



VIHERKATOT KAUPUNKIYMPÄRISTÖSSÄ

esimerkkikohteena Ranta-Tampella

Anna Hyyppä | Diplomityö

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Arkkitehtuurin koulutusohjelma

Anna Hyypä
VIHERKATOT KAUPUNKIYMPÄRISTÖSSÄ
esimerkkikohteena Ranta-Tampella
Diplomityö
Tarkastajana professori Staffan Lodenius
toukokuu 2010

Tiivistelmä

Diplomityön aihe liittyy Tampereen kaupungin Ranta-Tampella -projektiin. Työn taustalla on 3.12.2008-16.3.2009 järjestetyn Ranta-Tampellan suunnittelukilpailun yhteydessä esitetty ajatus viherkattojen käyttämisestä uudella asuinalueella.

Työ on katsaus moderniin viherkattorakentamiseen ja siihen, miten viherkattojen avulla voidaan osaltaan vastata tiivistyvän kaupunkirakenteen haasteisiin. Muualla Euroopassa sekä Pohjois-Amerikassa viherkatot ovat suhteellisen yleinen ilmiö, mutta Suomessa vielä harvinaisuus – perinteisiä turvekattoja lukuun ottamatta. Siten kotimainen tarkastelu aiheesta on ajankohtainen. Työssä viherkatot kytketään laajemmin kaupungin mittakaavaan eikä niitä tarkastella pelkästään yksittäisenä rakennusosana.

Aluksi diplomityössä esitellään viherkattoihin liittyvää termistöä ja kattojen typologiaa. Lisäksi tarkastellaan viherkaton rakennetta sekä sen suunnitteluun ja toteuttamiseen liittyviä seikkoja. Historiaosiossa käydään läpi viherkattojen taustaa ja kehittymistä nykyiseen muotoonsa.

Diplomityössä selvitetään viherkatoilla saavutettavia hyötyjä ja perusteluja niiden rakentamiseen tutkimalla, minkälainen merkitys viherkatoilla on kaupunkiympäristölle, asukkaille ja kaupunkikuvalle. Viherkattoja tarkastellaan osana kaupunkiekologiaa muun muassa hulevesien käsittelyn ja biodiversiteetin säilyttämisen osalta. Lisäksi viherkattoa kuvataan hyödynnettävänä tilana ja tarkastellaan, minkälaista toimintaa ja käyttöä katolle voidaan osoittaa. Työssä selvitetään, miten viherkatot toteuttavat ekologisen arkkitehtuurin periaatteita ja minkälaista estetiikkaa ne ilmentävät. Myös vihreitä julkisivuja esitellään lyhyesti.

Lisäksi selvitetään viherkattoihin liittyvää lainsäädäntöä ja taloudellisia seikkoja. Työssä tutkitaan viherkattojen toteuttamista ja suhtautumista niiden rakentamiseen Suomessa sekä muualla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Esimerkkikohteiden avulla esitellään muutamia toteutettuja viherkattoja.

Lopuksi esitetään esimerkki viherkattojen soveltamisesta Ranta-Tampellaan, tamperelaisiin ja suomalaisiin olosuhteisiin. Työssä selvitetään lyhyesti paikallisia olosuhteita sekä lähtökohtia viherkattojen rakentamiseen. Esimerkkisuunnitelmassa esitetään kaaviomaisten periaateratkaisujen avulla mahdollisia vaihtoehtoja viherkattojen sijoitteluun, käyttötarkoitukseen ja kattotyypin valintaan. Suunnitelman lähtökohtana on Arkkitehtuuritoimisto B&M:n laatima Ranta-Tampellan kilpailun voittajaehdotus ja sen pohjalta laadittu yleissuunnitelma. Diplomityössä ei oteta kantaa kaavatason ratkaisuihin, vaan tutkitaan aluetta viherkattojen kannalta.

Abstract

URBAN GREEN ROOFS

Ranta-Tampella as an example area

The subject of the thesis is connected to the Ranta-Tampella project by the city of Tampere. The background for the thesis was the design competition held in 3.12.2008-16.3.2009 and the idea of using green roofs in the future housing area in Ranta-Tampella.

The thesis is a survey into modern roof greening and the ways green roofs can be a partial solution to the challenges of even denser urban structure. Green roofs are relatively common in other parts of Europe and North America but still rare in Finland – aside from the traditional turf roofs. Therefore it's relevant to have a Finnish view on the subject. In the thesis green roofs are viewed within a larger city scale and not just as a single construction element.

At first the thesis presents the terminology and typology of green roofs, as well as their structure, design and construction. The history part deals with the background of green roofs and their development into modern vegetated roofs.

The thesis looks into the benefits of green roofs and their effect on urban environment, city dwellers and cityscape. Roof greening is examined as a part of urban ecology, as in stormwater management and conserving biodiversity. Furthermore, green roofs are viewed as a space that can be utilized and so the potential activity and use of the roof surface is analysed. The thesis looks into the aesthetics of green roofs and how they display the principles of sustainable architecture. Green facades are also presented briefly.

Some of the legislative and economical issues related to green roofs are examined. The thesis looks into the implementation of green roofs and how their construction is seen in Finland as well as elsewhere in Europe and North America. Some realised green roofs are presented with a few example projects.

Finally an example of the implementation of green roofs in Ranta-Tampella is presented. Local conditions and the starting points for roof greening are analysed briefly. With the help of diagrammatic sketches the example plan presents potential ways of placing, constructing and using green roofs as well as choosing the roof types. The plans are based on the B&M Architects' winning proposition in the Ranta-Tampella design competition and on the general plan that was made after it. The thesis doesn't take a stance on the land use of the general plan but views the area from a green roof perspective.

SISÄLLYS

1 Johdanto	8
2 Viherkatto	
2.1 Viherkaton rakenne	
2.1.1 Määritelmä ja terminologiaa	9
2.1.2 Viherkattotyytit	10
2.1.3 Rakenne	11
2.2 Viherkaton suunnitteluratkaisuja	
2.2.1 Toimiva viherkatto	12
2.2.2 Kasvillisuus	14
2.2.3 Kattokasvillisuuden asentaminen	14
2.2.4 Huolto	15
3 Viherkaton historia	
3.1 Varhaiset viherkatot ja kattopuutarhat	
3.1.1 Viherkattojen pitkä perinne	16
3.1.2 Muinaiset kattopuutarhat	16
3.1.3 Kattopuutarhat Bysantista renessanssiin (500–1500-luvut)	17
3.1.4 Barokista uusklassismiin (1500–1800-luvut)	18
3.2 Modernin viherkaton kehitys	
3.2.1 Uudet rakennusmateriaalit	19
3.2.2 Modernismin kattopuutarhat	20
3.2.3 Nykyaikainen viherkatto muotoutuu	22
3.3 Perinteiset viherkatot Pohjois-Euroopassa	
3.3.1 Varhaiset ruoho- ja turvekatot	23
3.3.2 Turvekatto suomalaisissa kaupungeissa	24
3.3.3 Perinteisen turvekaton rakenne	25
4 Viherkatto osana kaupunkiekologiaa	
4.1 Kaupunkiluonto ja viherkatto	
4.1.1 Tiiviin kaupungin viherverkosto	26
4.1.2 Biodiversiteetti	27
4.2 Hulevedet	
4.2.1 Hulevedet ja kaupunkirakenteen tiivistäminen	29
4.2.2 Hulevesien käsittely	29
4.2.3 Viherkatto hulevesien käsittelyssä	30
4.3 Kaupunki-ilmasto	
4.3.1 Kaupunkien lämpösaarekeilmiö	31
4.3.2 Ilmanlaatu	33
4.3.3 Melu	33
5 Käyttö ja arkkitehtuuri	
5.1 Viherkaton käyttö	
5.1.1 Osana asumista	34
5.1.2 Kaupunkilaisten virkistysalue	35
5.1.3 Kaupunkiviljely	36
5.2 Viides julkisivu – viherkaton olemuksesta	
5.2.1 Viherkatto ja ekoarkkitehtuuri	38
5.2.2 Rakennettu luonto	39
5.2.3 Viherkaton visuaalisia ominaisuuksia	40
5.3 Viherjulkisivut	
5.3.1 Taustaa	42
5.3.2 Kasvillisuus ja rakenne	43
5.3.3 Elävät seinät	44
5.3.4 Merkitys kaupungissa	44

6 Viherkattopolitiikkaa

6.1 Lainsäädäntö ja taloudelliset seikat	
6.1.1 Lainsäädäntö ja tuet	46
6.1.2 Ekologiset mittarit	46
6.1.3 Taloudelliset edut	47
6.2 Viherkattokäytäntöjä	
6.2.1 Saksa	49
6.2.2 Iso-Britannia	50
6.2.3 Pohjois-Amerikka	51
6.2.4 Pohjoismaat	52
6.2.5 Suomi	54
6.3 Esimerkit	
6.3.1 Kansainväliset	56
6.3.2 Kotimaiset	70
6.3.3 Muutamia viherkattokohteita	74

7 Ranta-Tampella

7.1 Viherkattorakentamisen lähtökohdat Tampereella	
7.1.1 Tampereen kaupunkirakenteen tiivistäminen	76
7.1.2 Pikkukaupunki vai metropoli	76
7.2 Viherkatto pohjoisissa oloissa	
7.2.1 Lumi	77
7.2.2 Kasvillisuus	77
7.2.3 Viherkaton energiatehokkuus talvella	79
7.3 Ranta-Tampellan kilpailualue	
7.3.1 Keskustan joutomaa	80
7.3.2 Viherkatot Ranta-Tampellassa	84
7.4 Esimerkkisuunnitelma	85
7.4.1 Suunnitelman viherkattotyytit	86
7.4.2 Korttelit	96

Lähteet

Kaupunkeja pyritään nykyään eheyttämään täydennysrakentamisella kestäväen kehityksen mukaisesti. Kaupunkirakenteen eheyttämisessä rakentaminen pyritään keskittämään olemassa olevan kaupungin sisään ympäröivien rakentamattomien alueiden sijaan. Tiivistä kaupunkirakennetta on perusteltu lähinnä yhdyskuntataloudellisten säästöjen näkökulmasta: tiivis ja sekoittunut yhdyskuntarakenne säästää energiaa ja vähentää paikallisia ympäristöpäästöjä. Kokonaisliikkuvuus vähenee, joukkoliikenteen järjestäminen helpottuu ja samalla säästyy kaupunkilaisten liikkumiseen käyttämää aikaa. Eheyttämisellä voidaan ohjata asutusta siten, että virkistäytymisen ja kaupunkiluonnon kannalta tärkeitä viheralueita säästyy. Sitten tiivistämisestä on tullut luonteva osa ekologista kehitystä. Tiivistämisestä sijaan Suomessa puhutaan usein yhdyskuntarakenteen eheyttämisestä, jolla on selvä laadullinen merkityksensä. (mm. Kortelainen 2001) Vaikka tiiviillä kaupunkirakenteella on kiistattomat etunsa, tuo tiivistäminen mukanaan myös ongelmia.

Suomalaiset kaupungit ovat koko maailman mittakaavassa edelleen verraten harvaan rakennettuja. Kotimaista kaupunkiluontoa leimaavat puistojen ja puistokatuja lisäksi kaupunginosien väliin ulottuvat metsäalueet (mm. Väre & Krisp 2005). Kaupunkien kasvaessa arvokas kaupunkimaa käytetään kuitenkin mieluiten rakentamiseen ja avoimet viheralueet nähdään käyttämättömänä resurssina, jolloin niihin kohdistuu rakentamispaineita.

Kaupungin tiivistäyessä rakennettu maa-ala kasvaa ja viheralueet hupenevat. Kaupunkilaiset kokevat asuinympäristön viihtyisyyden vähenevän, eikä tiivis asuminen vailla yhteyttä luontoon vastaa enemmistön asuintoiveita. Urbanitkin ihmiset arvostavat luontoa ja suuri osa kaupunkilaisista suosii viheralueita kivettyihin aukioihin ja kiviseiniin verrattuna. Kaikilla kaupunkilaisilla ei kuitenkaan ole

valinnanvaraa: suuremmissa kaupungeissa on vähänlaisesti viheralueita, ja nekin sijaitsevat sattumanvaraisissa paikoissa. Puistot, puutarhat ja muut luonnonpaikat ovat jääneet eristyksiin betonin keskelle nurkkiin, taskuihin ja joutomaille. Kun kasvipeitteiset alueet pienenivät, kärsii koko kaupunkiympäristö. Kaupunkien viherverkostolla on tärkeä merkitys sekä asukkaille että pienilmastolle ja luonnon monimuotoisuudelle. Vettä läpäisevä pinnan vähentyessä muodostuu kaupungin hulevesistä kasvava ongelma.

Eräs osaratkaisu tiivistäyksen kaupungin ongelmiin voivat olla viherkatot, joita muualla maailmassa on rakennettu jo pitkään ja rakennetaan yhä enenevässä määrin. Viherkatto on samalla sekä *viheralue* että *kattopinta*. Sitä voidaan hyödyntää paitsi kaupunkiekologian kannalta myös toiminnallisesti, kaupunkikuvallisesti ja taloudellisesti. Kattokasvillisuus sopii etenkin tiiviiseen kaupunkirakenteeseen ja ottaa käyttöön hyödyntämättömän kattopotentialin. Viherkatot voivat täydentää kaupunkiluontoa sekä toimia muiden ekoteknologioiden lisänä parempaa kaupunkiympäristöä luomassa.

Viherkatoissa yhdistyvät kiehtovalla tavalla kasvillisuus ja rakennus, luonto ja ihmisen luoman objekti. Viherkattojen luonne kiinteänä osana rakennusta sekä sijainti korkealla kaupungin yllä erillään muista viheralueista tekevät siitä poikkeuksellisen ympäristön. Niiden suunnitteluun liittyy monia haasteita, mutta hyödynnettävissä olevat mahdollisuudet ovat ongelmia suuremmat.

Ranta-Tampella on viherkatoille kiinnostava sovelluskohde. Se on käyttämätöntä joutomaata, jonka sijainti järven rannalla Tampereen ydinkeskustassa luo asuinrakentamiselle ihanteelliset lähtökohdat. Ranta-Tampellasta voisi muodostua poikkeuksellinen uusi asuinalue sekä ekologisen rakentamisen mallialue, jossa myös viherkatoilla on sijansa.

2 Viherkatto

2.1 Viherkaton rakenne

2.1.1 Määritelmä ja terminologiaa

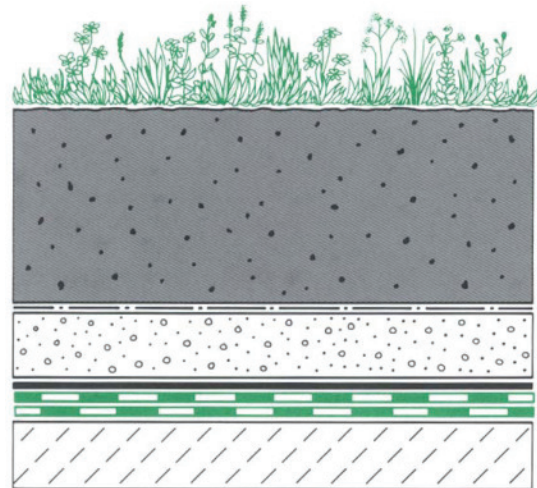
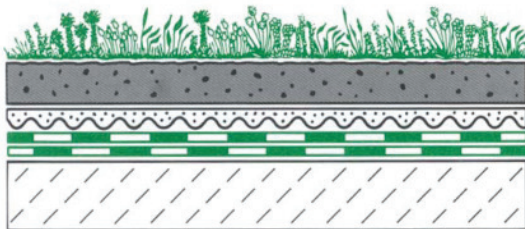
Vesikatto erottaa rakennuksen ylimmän kerroksen ja ulkoilman toisistaan. Sen tehtävä on suojata rakennusta sään vaihteluilta ja mahdollistaa asumiskelpoiset olosuhteet rakennuksen sisälle. Viherkatossa tavallisen kattorakenteen päälle lisätään kasvualustakerros ja kasveja. Viherkatto on muuttunut näennäisen yksinkertaisesta rakennusosasta laajemmaksi käsitteeksi, jolla on ekologinen ja sosiaalinen ulottuvuus: viherkatosta puhuttaessa mainitaan yleensä myös sen merkitys kaupunkiympäristön parantamisessa ja urbaanin maa-alan maksimaalisessa hyödyntämisessä. (Toimivat katot 2007, s. 6; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 91; Weiler & Scholz-Barth 2009, s. 1, 4)

Viherkatolla (*green roof*) tarkoitetaan yleisesti kasvipeitteistä kattorakennetta. Viherkatot jaotellaan tavallisesti intensiivisiin (*intensive*) ja ekstensiivisiin (*extensive*) rakenteen ja käyttötarkoituksen mukaan. Viherkatolle on lukuisia muitakin termejä, joiden käyttö on melko kirjavaa. Samalla käsitteellä saatetaan tarkoittaa eri asioista yhteydestä riippuen. Näitä, lähinnä ulkomailla käytettyjä, termejä ovat muun muassa ekokatto (*ecorooft*), kasvikkatto (*vegetated roof*), elävä katto (*living roof*) sekä ruskea katto (*brown roof*). Termeillä halutaan lähinnä osoittaa, että viherkatto ei käytännöllisesti katsoen ole aina vihreä. Kasvien väriyty vaihtelee lajin mukaan, ja kuivissa oloissa vihreäkin kasvillisuus voi kulottua ruskeaksi. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 8-9) Suomessa puhutaan yleisimmin viherkatosta, eikä useimmilla muilla termeillä ole vakiintunutta suomenkielistä käännöstä.

Termiä ekokatto on käytetty enimmäkseen Pohjois-Amerikassa kuvaamassa ohuita kasvikattoja, ja se viittaa suoraan katon ekologiseen tehokkuuteen. Ruskealla katolla tarkoitetaan lähinnä kaupunkiympäristön biodiversiteetin ylläpitämiseksi rakennettua kattoa. Tässä kattoyypissä käytetään hiekkaa, soraa, tiilimurskaa, murskattua betonia ja pohjamaata, jotka on usein kerätty samalta rakennustyömaalta. Tarkoitus on luoda samanlaiset olot kuin urbaanilla joutomaalla, joka on monen harvinaisen

kasvi- ja eläinlajin elinympäristö. Ruskeisiin kattoihin voidaan yhdistää myös kosteikkoja ja avovettä ja niitä voidaan muotoilla vastaamaan alkuperäistä biotooppia. Näiden lisäksi käytössä on muitakin harvinaisempia termejä, kuten luonnonkatto (saksankielinen *Naturdach*) ja tieteellisissä yhteyksissä käytetty termi, jolla kuvataan katon kasvipeitteistä pintaa (*plant-based surface system, PBSS*). Englanninkielisellä termillä *living green roof* voidaan viitata ohueen viherkattoon ja termillä *landscape over structure* paksumpaan puutarhamaiseen kattoon. (Emilsson 2005, s. 7-8; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 8, Weiler & Scholz-Barth 2009, s. 9) Viherkatto voidaan laajentaa käsittämään myös pysäköintilaitosten kansirakenteita (Weiler & Scholz-Barth 2009, s. 8-9). Muita kasvipeitteisiä kattoja ovat muun muassa perinteiset turvekatot.

Kattopuutarha (*roof garden*) voidaan määritellä koristeellisesti istutetuksi alueeksi, jonka kasvukerros on vähintään yhden kerroksen korkeudella maantasosta. Grant (2003) laajentaa määritelmän koskemaan paitsi istutettuja kattoja myös kattoja, joiden kasvillisuus on kasvanut paikalle itsestään. Varsinaisen viherkaton ja entisaikojen kattopuutarhan erottavat toisistaan kasvillisuuden ja siihen liittyvien rakennekerrosten integrointi suoraan talon rakenteisiin sekä nykyaikaisten materiaalien käyttö. Perinteisissä kattopuutarhoissa istutukset rajoitettiin ruukkuihin tai levitettiin kerros tavallista multaa katon pinnalle kasvualustaksi, jolloin kattorakenteen piti olla moninkertaisesti vahvempi kuin nykytekniikalla rakennetuissa viherkatoissa. Nykyisillä viherkatoilla kasvillisuus hallitsee kattopintaa, vaikka kokonaisuuteen voidaan liittää myös laajoja kivettyjä kulkuväyliä ja eri toiminnoille osoitettuja alueita. Moderni intensiivinen viherkatto on hieman perinteisen kattopuutarhan kaltainen. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 2-4) Suomalaisissa suunnitteluohjeissa intensiiviseen viherkattoon viitataan usein kattopuutarhana (Kuntsi 1998, s. 68-69; RT 85-10709 1999). Näiden lisäksi varsinkin historiallisessa yhteydessä puhutaan joskus riippuvista puutarhoista (*hanging garden*),



1 ja 2. Vasemmalla leikkauskuva ekstensiivisestä viherkattosta, oikealla intensiivinen kattotyyppi.

kun viitataan katolle, terassille tai parvekkeelle rakennettuun puutarhaan tai jopa vihreään julkisivuun (mm. Ahrendt 2007).

Tobias Emilsson (2005, s. 7-8) kritisoi väitöskirjassaan termiä viherkatto ja käyttää sen sijaan kasvikattoa. Hänen mukaansa tämä termi kuvaa kattoa tarkemmin, mutta ei sisällä rajoittavaa määritelmää katon suunnittelusta, käytöstä tai toiminnoista. Viherkatto taas liittyy vahvasti katon visuaaliseen ulkomuotoon. Kun kattokasvillisuus on todellisuudessa väriltään vaihtelevaa, etenkin katon ankarista kasvuoloista johtuen, termi on Emilssonin mukaan harhaanjohtava eikä jätä tilaa kasvillisuuden luonnolliselle vaihtelulle ajan mittaan. Viherkatto saatetaan joissain tapauksissa sekoittaa muihin samanvärisiin kattoihin, kuten kuparikattoihin tai maalattuihin metallikattoihin. Emilssonin mukaan kasvikatto toimii yläkäsitteenä myös ekokatoille tai ruskeille katoille, vaikkakin jälkimmäiset voivat olla käyttökelpoisia joissain yhteyksissä. Ekokaton ekologinen tehokkuus ei Emilssonin mielestä ole aina selviö, joten termi on harhaanjohtava. Sen sijaan ekokatto on varsin ymmärrettävä käsite puhuttaessa hulevesien hallinnasta, jonka yhteydessä termi alun perin kehitettiin.

Tässä työssä viherkatolla tarkoitetaan kaikkia kasvipeitteisiä kattoja. Pääpaino on moderneissa viherkatoissa, joissa kasvillisuus on osa katon rakennetta ja peittää suurimman osan kattopinnasta. Näitä ovat niin ekstensiiviset ohuet viherkatot kuin intensiiviset kattopuutarhatkin. Turvekattoja ja perinteisiä katto-

puutarhoja käsitellään lähinnä historiaosiossa. Parvekkeiden ja terassien ruukkuistutukset eivät kuulu tähän työhön, vaikka niillä monin paikoin onkin yhteneväisyyksiä kattokasvillisuuteen.

2.1.2 Viherkattotyypit

Ulkomaisessa viherkattotuotannossa katot jaotellaan yleisesti intensiivisiin eli keskitettyihin ja ekstensiivisiin eli laaja-alaisiin. Jako on peräisin 1970-luvun puolivälin Saksasta. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 19)

Ekstensiivisen katon laaja-alainen kasvillisuus peittää lähes koko kattopinnan. Multakerros on ohut ja kasvilajit kuivuutta sietäviä, joten kasvillisuus vaatii vain vähän tai ei ollenkaan huoltoa. Katolle ei välttämättä ole järjestetty pääsyä, eikä sinne ole aina edes näköyhteyttä. Katon asentaminen on verrattain edullista. (Kolb & Schwarz 1999, s. 52-57; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 4-5)

Intensiivisellä katolla viherkerros edellistä paksumpi ja kasvillisuus on keskitetymppää. Paksumpi viherkerros edellyttää myös kestävämpää kattorakennetta, jollon vaihtoehto on ekstensiivistä kattoa kalliimpi. Katolle voidaan istuttaa jopa puita ja pensaita, ja kasvillisuus vaatii yhtä paljon hoitoa kuin tavallisessa puutarhassa. Tällainen katto on yleensä tarkoitettu oleskeluun. Näiden ääripäiden väliltä voidaan erottaa erilaisia välimuotoja ja yhdistelmiä. (Kolb & Schwarz 1999, s. 52-57; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 4-5)

Kotimaisissa suunnitteluohjeissa viherkatot voidaan jakaa kolmeen tyyppiin ulkomaisten esimerkkien tavoin käyttötarkoituksen, katon vaatiman hoidon ja viherkerroksen paksuuden mukaan. Kattotyyppien nimitykset vaihtelevat lähteestä (mm. Kuntsi 1998, s. 68-69; RT 85-10709 1999) riippuen, samaten kasvukerroksen paksuudeksi ja painoksi ilmoitetut arvot. Seuraavassa on esitetty suurin vaihteluväli.

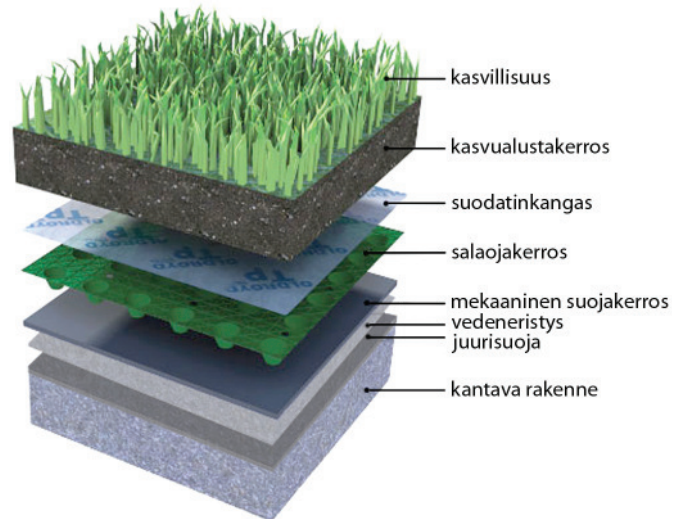
Viherkatto tai *luonnonmukainen viherkatto* soveltuu laajoille kattopinnoille, joita ei yleensä käytetä oleskeluun. Se voidaan asentaa sekä tasakaton että kaltevalle katolle. Tämä kattotyyppi on kevin ja edullisin vaihtoehto, joka ei vaadi jatkuvaa hoitoa alkuvaiheen jälkeen. Kasvukerroksen paksuus on 70 - 160 mm ja paino 65 - 120 kg/m². Turvekatot voidaan lukea tähän ryhmään, mutta ne vaativat muita enemmän hoitoa.

Helppohoitoinen tai *karu kattopuutarha* on kasvillisuudeltaan rehevämpi ja luonnonmukaisempi kuin edellinen. Katto voidaan käyttää oleskelualueena ja siten se voidaan toteuttaa vain tasakaton. Kasvialustan syvyys on rajoitettu rakenteiden kantavuuden vuoksi. Kasvillisuus vaatii jonkin verran hoitoa, kuten ajoittaista lannoitusta. Oleskelualueet ja kulkuväylät voidaan laatoittaa. Viherkerroksen paksuus on 120 - 740 mm ja paino multakerroksen paksuudesta riippuen 100 - 710 kg/m².

Kattopuutarha tai *rehevä kattopuutarha* on tasakaton toteutettava viheralue, jonka kasvillisuus on monimuotoista ja runsasta. Kasvialusta on riittävän syvä pensaiden ja puiden istutamiseen. Se sopii hyvin asuinkerrostalojen sekä yleisten rakennusten kuten toimistojen, sairaaloiden ja kauppakeskusten viherkatoksi. Katolle voidaan rakentaa oleskelutiloja ja leikkipaikkoja kalusteineen. Kattotyyppi vaatii säännöllistä hoitoa. Viherkerroksen paksuus on 220 - 1290 mm ja paino 165 - 1210 kg/m².

2.1.3 Rakenne

Viherkatto muodostuu pääasiassa kolmesta kerroksesta: kasvialustasta, salaojakerroksesta ja vedeneristyksestä. Kasvialustan ja salaojakerroksen mitoitus riippuvat kattotyyppistä: vaativamman kattopuutarhan kerrokset ovat



3. Periaatekuva viherkaton rakenteesta.

paksumpia kuin yksinkertaisessa viherkatossa. Salaojituskerros hoitaa katon vedenpoiston. Vedeneristyskerroksen on oltava juurisuoja ja tarvittaessa sen päälle voidaan asentaa erillinen mekaaninen suoja. (RT 85-10709 1999; Toimivat katot 2007, s. 19)

Viherkatto voidaan toteuttaa joko normaalina kattorakenteena tai käännettynä rakenteena. Käännetyssä rakenteessa vedeneristys on lämmöneristeen alapuolella suojassa mekaaniselta rasitukselta, lumelta, jäältä ja kasvien juurilta. Se pysyy tasalämpöisenä ja toimii samalla höyrynsulkuna. Rakenteen alustana on yleensä paikalla valettu betonilaatta tai elementeistä tehty laattarakenne, ja vedeneristys kiinnitetään alustaansa kauttaaltaan. Lämmöneristeellä on oltava alhainen vedenimukyky ja riittävä puristuslujuus. Käännettä rakennetta käytetään yleensä lämmöneristetyissä pihakansissa ja terasseissa. (RT 85-10709 1999; Toimivat katot 2007, s. 18-19)

Paras alusta viherkaton on hyvin kuormitusta kestävä ja tuulettuva kevytsorakatto, mutta varsinkin saneerauskohteissa rakenne voidaan joutua toteuttamaan myös muiden lämmöneristeiden päälle. Kevytsoran päälle asennetaan kevytsorabetonilaatat tai valetaan betonilaatta, joiden päälle kiinnitetään juurisuojatut vedeneristyskermit. Vedeneristyskerroksen päälle asennetaan mekaaninen suojakerros, joka estää vedeneristyskerroksen rikkoutumisen. Tämä suojakerros voi olla esimerkiksi sokkelilevy, betonilaatta tai kumimatto katon käyttötarkoituksen mukaan. Jos katto ei ole tarkoitettu oleskeluun, suojakerros voidaan jättää pois.

Salaojakerroksena voidaan käyttää kevytsoraa tai tähän tarkoitukseen valmistettua vaahtomuovilevyä. Kevytsoran päälle asennetaan suodatinkangas, mutta salaojituslevyä käytettäessä sitä ei tarvita. Kasvualustakerros on yleensä maan pinnan kasvukerrosta ohuempi, sillä katosta pyritään tekemään mahdollisimman ohut painon rajoittamiseksi. Katon vedenvarastointikykyä pyritään parantamaan niin multa- kuin salaojakerroksessa, jotta kasvit saisivat vettä myös kuivina ajanjaksoina. Tämän saavuttamiseksi kattomullassa käytetään kevytsoramursketta, joka pystyy sitomaan itseensä vettä ja luovuttamaan sitä kuivana aikana. Katto-olosuhteisiin on kehitetty myös erityinen multaseos, joka on kevyt ja pidättää hyvin kosteutta. (Kuntsi 1998, s. 68-69)

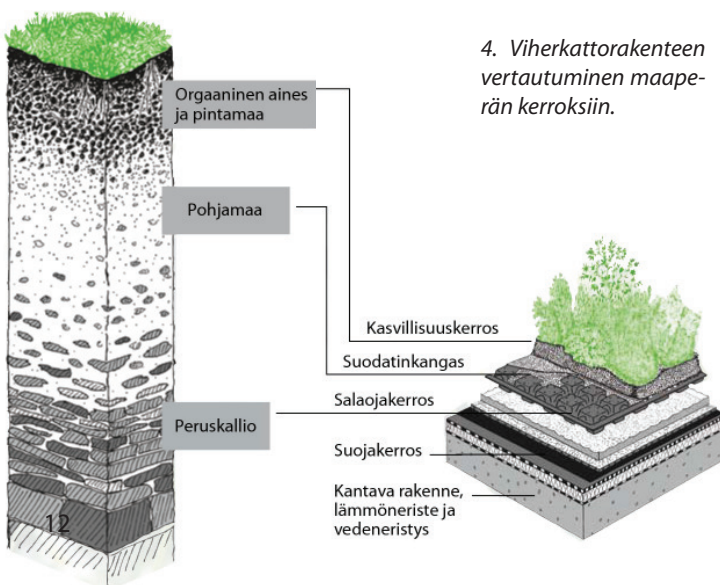
Suomalaiset kattovalmistajat ovat kehittäneet paikallisiin olosuhteisiin soveltuvan kaupallisen viherkattorakenteen, joka voidaan asentaa uusiin ja vanhoihin rakennuksiin sekä pihakansille ja parkkihallien katoille. Tämä viherkattoratkaisu koostuu kantavasta rakenteesta, jonka päälle on asetettu kumibituminen aluskermi sekä juurisuojalla varustettu kumibituminen pintakermi. Näiden päällä olevan salaojituksen rakenne riippuu kattotyyppistä. Ohuemmassa viherkattorakenteessa käytetään yksinkertaista salaojituskerrosta, kun taas paksummissa viherkattotyypeissä pintakermin päälle asennetaan erikseen mekaaninen suojakerros, sorakerros sekä suodatinkangas. Ylinä ovat paksuudeltaan vaihteleva kattomultakerros sekä kasvillisuuskerros. (Leca-kevytsorakatot, suunnitteluohje 2005, s. 20; RT N-37243 2006, s. 3; Viherkaton suunnitteluohje, s. 6-10)

2.2 Viherkaton suunnittelu

2.2.1 Toimiva viherkatto

Viherkattoa suunniteltaessa määritellään katon käyttötarkoitus ja toiminnot sekä niistä määräytyvä hoidon taso. Tämän perusteella valitaan kasvillisuus. Olennaista on, käytetäänkö kattoja oleskeluun. Katon suunnittelussa luodaan oikeat kosteusolosuhteet kasveille, varmistetaan vedeneristyksen toimivuus sekä huolehditaan katon rakenteiden kestävydestä niihin kohdistuvan lisäkuormituksen osalta. Eri viherkattotyyppejä voidaan yhdistellä siten, että kasvukerroksen paksuus ja kasvivalikoima vaihtelevat katon eri osissa. Rakenteiden suunnittelussa on huomioitava, että muiden kuormien lisäksi viherkatto rasittaa rakenteita 60-1200 kg/m². On tärkeää, että salaojituskeros mitoitetaan oikein ja vedenpoisto suunnitellaan siten, että se toimii koko katon alueella. (RT 85-10709 1999; Toimivat katot 2007, s. 19)

Salaojituskeros johtaa ylimääräisen veden pois tasaisilta katoilta ja viivyyttää vettä kaltevilla katoilla. Ylimääräinen vesi valuu kasvillisuuden läpi ja kerätään ränneillä ja syöksyputkilla kuten tavallisestikin. (Suunnittelukeskus Oy 2007, s. 9-10) Vaikka kattoon pyritään varastoimaan kosteutta kasveja varten, vedenpoisto tulee kuitenkin järjestää siten, ettei lammikoita pääse syntymään eivätkä kaivot tukkeudu. Tällöin vältetään seisovasta vedestä johtuva kasvien ja rakenteiden vahingoittuminen sekä rakenteiden liika kuormittuminen. Vedenpoisto voidaan järjestää joko sisäpuolisesti tai ulkopuolisesti. Paksumpien viherkattojen vedenpoisto järjestetään sisäpuolisilla kattokaivoilla. Jyrkemmällä ohuilla viherkatoilla voidaan käyttää vesikourujen ja syöksytorvien kautta tapahtuvaa ulkopuolista vedenpoistoa. Veden virtausmatka ei saa muodostua liian pitkäksi, joten loivalla katolla kattokaivot pitää sijoittaa tiheämmin. Viherkatoille on suunniteltu erityinen viherkattokaivo, jota käytettäessä vedenpoisto tapahtuu suoraan salaojakerroksesta. Tämän lisäksi kaivon täytyy mahdollistaa myös pinnalta tapahtuva vedenpoisto. Kattokaivon toiminta voidaan varmistaa sähkövastuksella tai lämpöeristetyllä kannella, ja kaivon tukkeutuminen maa-aineksesta tai kasvien juurista estetään ympäröimällä se noin puolen metrin levyisellä suojakiveyksellä. Salaojituskeros

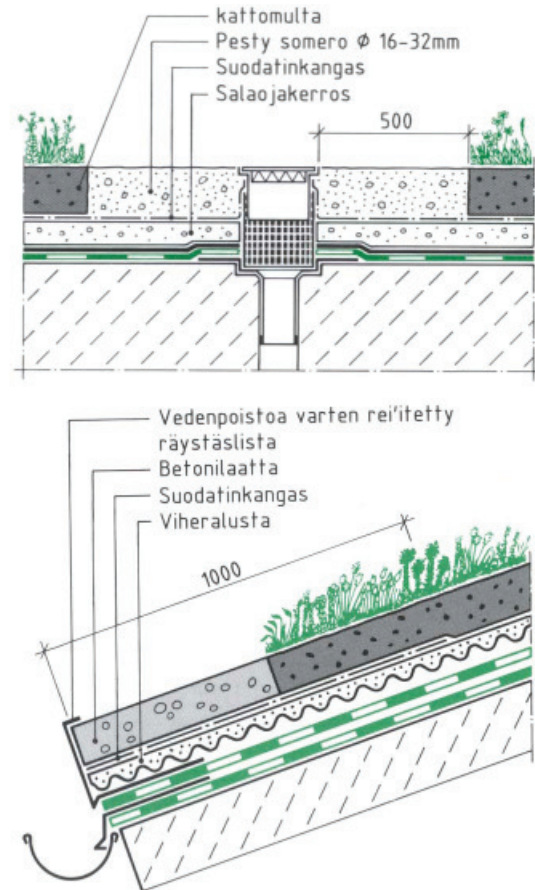


päälle voidaan lisätä vettä varastoiva kerros, joka ylläpitää kasvillisuutta kuivina kausina. (RT 85-10709 1999; Kuntsi 1998, s. 68-69)

Katon kaltevuudella on suuri merkitys viherkaton toimivuuden kannalta. Kaltevuus vaikuttaa vedenpoistoon sekä multakerroksen paikallaan pysymiseen. Riittävän kaltevalla katolla vesi ei seiso, jolloin kasvit viihtyvät katolla ja sinne voidaan muodostaa erilaisia kasvialueita. Kaltevuuden on oltava vähintään 1:80 (1,25 %). Tätä jyrkemmällä katoilla veden virtaaminen tehostuu, mikä on huomiotava mitoitettaessa salaoja- ja multakerrosta. Jyrkällä katolla täytyy varmistaa, että rakenteisiin pystyy sitoutumaan riittävästi vettä eikä veden virtausnopeus aiheuta ongelmia rakenteelle. Yleensä tarvitaankin paksummat salaoja- ja multakerrokset. Jos kaltevuus on yli 1:3 (33%), viherrakenteen pysyminen paikallaan on varmistettava mekaanisella tuella ja kiinnityksellä. (RT 85-10709 1999; Viherkaton suunnitteluohje, s. 2-3)

Jos katto on tuulille alttiina, on tuulikuorman vaikutus ja katon toimivuus reuna- ja nurkka-alueilla erikseen tarkistettava. Katonreunalle asennettava sora- tai kiveyskaista estää tuulen aiheuttamia vahinkoja. Korkeita kasveja ei kannata asentaa lähelle katon reunoja. Tuulieroosion vaikutusta voidaan estää muun muassa tiheällä istutuksella, kasvillisuusmattojen ja katekankaiden käytöllä sekä pitämällä multa riittävän kosteana. Oleskeluun tarkoitetuilla katoilla kasvit voivat toimia tuulensuojana. (RT 85-10709 1999; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 97; Luckett 2009, s. 15, 18)

Suuret viherkattopinnat tulee jakaa korkeintaan 40 metrin paloalueisiin rakenteellisilla palokatkoilla tai vaihtoehtoisesti vähintään metrin levyisillä somerokaistoilla tai betonilaatoituksella. Liittymissä seinärakenteisiin muodostetaan palosuojaus kiveyksen avulla. Kattoikkunoiden ympärille on hyvä tehdä vähintään 500 mm leveä somerosuojakaista. Samaten palavat seinärakenteet, kuten ikkuna-aukot, on erotettava viherkatosta vähintään 500 mm:n somerokaistalla. Kattomullan humuspitoisuus määräytyy paloteknisten ominaisuuksien perusteella: kattomulta ei saa nurmikkopalo-vaaran takia sisältää yli 20 % humusta. (Kuntsi 1998, s. 68-69; RT 85-10709 1999; Viherkaton suunnitteluohje, s. 18)



5 ja 6. Yllä: Sisäpuolinen vedenpoisto, detailjokuva viherkaton kattokaivosta.

Alla: Ulkopuolinen vedenpoisto, räystäsdetalji.

Viherkatto voidaan rakentaa sekä uuteen että vanhaan rakennukseen. Kun viherkatto asennetaan vanhaan rakennukseen, tulee varmistaa, ettei viherkatosta aiheutuva lisäkuorma ylitä rakenteen kantavuutta. Tämän selvityksen jälkeen määritellään, minkä tyyppinen katto voidaan rakentaa. Kunnollisen vedenpoiston järjestämiseksi joudutaan monesti tekemään lisäkallistuksia. (Kuntsi 1998, s. 68-69) Yleensä kevyt ekstensiivinen viherkatto voidaan toteuttaa lähes jokaiseen tasakattoiseen rakennukseen (Viherkaton suunnitteluohje, s. 20).

Viherkaton lisäksi suomalaiset kattovalmistajat tarjoavat turvekattoratkaisuja. Turvekatto on periaatteeltaan käännetty katto. Useimmiten turvekatto on kylmä katto, mutta se voidaan tehdä myös esimerkiksi lämmöneristetyksi saunan yläpohjaksi. Kaltevuudeltaan turvekatto on useimmiten viherkattoa jyrkempi. Vähimmäiskaltevuus on 1:10, jolloin vesi virtaa katolta vapaasti eikä lammikoita muodostu. Turvekerroksia on kaksi, joista alimmainen on nurmipuoli alaspäin ja päällimmäinen nurmi-

puoli ylöspäin. Muutoin nykyaikaisessa turvekatossa käytetään muista kattotyypeistä tuttuja materiaaleja. (Kuntsi 1998, s. 70-71) Turvetta on kasteltava kuivalla säällä. Turvekatolla on useita samoja edullisia ympäristövaikutuksia kuin viherkatoilla yleensä. (Westermarck, Heuru & Lundsten 1998, s. 66) Turvekatot on välillä niitettävä (RT 85-10709 1999).

2.2.2 Kasvillisuus

Katto on vaativa kasvupaikka, jonka äärimmäiset olosuhteet vaikuttavat kasvuoloihin. Kasvillisuuden tulee kestää kuivuutta, paahdetta, tuulisuutta, pakkasta, tallausta ja lumenpoistoa. Katon pienilmasto ja kasvuoloja voidaan verrata eräisiin luonnossa esiintyviin kasvupaikkoihin, kuten avoimiin ja paahteisiin kallioihin ja kivikoihin. (RT 85-10709 1999)

Kasvien valintaan vaikuttavat myös kasvupaikan korkeustaso ja katon pienilmasto, joka riippuu muun muassa ympäröivien rakennusten aiheuttamista tuulenpyörteistä ja varjostuksesta, valoa heijastavista ja lämpöä varastavista pinnoista sekä näistä johtuvista lämpötilan vaihteluista. Myös rakennuksen tyyppi ja käyttötarkoitus sekä katon käyttö ja visuaaliset vaatimukset määräävät osaltaan kasvivalikoi-
maa. Kattokasvillisuuden suunnittelussa tulee huomioida vedenpoisto, vedensaanti ja kastelujärjestelmät, palosuojaukset, kulkuväylät ja kaiteet. Rakenteiden lämmöneristyksen tarve vaikuttaa muun muassa kasvien talvehtimiseen. (RT 85-10709 1999)

Viherkatoille soveltuvat kasvit eivät yleensä täysin vastaa saman tontin maantason kasvillisuutta. Kattokasvillisuuden tulee yleisesti ottaen olla sitkeämpää ja tulla toimeen vähemmällä ravinteella. Katon kasvukerros on ohuempi, vähäravinteisempi ja huokoisempi kuin maassa. Katolle soveltuvat parhaiten matalat, monivuotiset kasvit, joiden juuret eivät ulotu syvälle kasvualustaan. Kattokasvillisuuden on hyvä olla vähän huoltoa ja ravinteita kaipaavaa. Maantieteellinen sijainti ja paikalliset ilmasto-olot vaikuttavat kasvien valintaan kuten tavallisessa puutarhassakin. (Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 47-48)

Eri viherkattotyypeille soveltuvat erilaiset kasvit. Ohuelle katolle suositellaan muun muassa



7. Taimia odottamassa katolle istuttamista.

maksaruohoja ja sammalta, jotka kestävät kuivuutta ja talviolosuhteita. Mahdollisia ovat myös kuivan kedon kasvit, kallioilla viihtyvät lajit sekä kuivan kangasmetsän kasvit. Syvemmän kasvukerrokseen soveltuva kasvivalikoima on laajempi, ja siihen voidaan istuttaa vaativampia ja yksivuotisia kasveja. Sopivia kasveja ovat muun muassa matalat pensaat, perennat sekä kukkakedot. Rehevään kattopuutarhaan sopii tavallinen pihapuutarhan kasvillisuus, kuten nurmikko, erilaiset kukat, yrtit, pensaat ja jopa puut. Tässä tapauksessa rajoittavana tekijänä on katon kuormituksenkesto. Puut tai suurikasvuiset pensaat ankkuroidaan tai tuetaan hyvin kattorakenteeseen. (RT 85-10709 1999; Viherkaton suunnitteluohje, s. 21-22)

2.2.3 Kattokasvillisuuden asentaminen

Kattokasvillisuus voidaan asentaa monella tavalla. Hitain käytäntö on kylvää kasvillisuus suoraan katolle, jolloin täysikasvuisen kasvipeitteen saavuttaminen kestää kahdesta kolmeen vuoteen. Kylvämällä saadaan kasvipeite laajalle kattopinnalle verraten edullisesti. Kokonaan kylvetyt viherkatot ovat vielä harvinaisia, joten riittävän käytännön kokemuksen puuttuessa kylväminen sopii parhaiten käytettäväksi jonkin toisen menetelmän ohella. Laajalle kattopinnalle kylvettäessä tarkkaa lopputulosta on vaikea ennustaa, ellei katolla käytetä vain yhtä kasvilajia. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 140; Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 72-73)

Yleisimmin kattokasvillisuus asennetaan istuttamalla taimia tai pistokkaita. Pistokkaat ovat täysikasvuisesta kasvista irrotettuja osia, jotka



8. Kasvimattoja.



9. Vastaistutettuja kasvimoduuleja.

juurrutetaan kasvualustaan. Ne voidaan levittää katolle käsin siementen tavoin. Pistokkaat muodostavat katolle valmiin kasvipeitteen siemenkylvöä nopeammin, noin vuoden kuluessa. Pistokkaat voidaan myös juurruttaa loke-roituihin kasvilaatikoihin ja kasvattaa pieniksi taimiksi etukäteen. Taimet lähtevät yleensä kasvamaan katolla onnistuneesti, sillä niillä on valmiiksi kehittyneet juuret ja lehdet. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 142; Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 73-76)

Kasvillisuus voidaan asentaa katolle myös mattoina. Geotekstiilimaton päälle on levitetty ohut kasvialustakerros, johon kasvit on juurrutettu. Matot voidaan rullata tai asentaa katolle paloina. Ne asennetaan yleensä suoraan katon kasvialustalle, johon kasvillisuus juurtuu keskimäärin kuukaudessa. Kasvit ovat asennusvaiheessa täysikasvuisia, joten katolle saadaan valmis kasvipeite välittömästi. Kasvimatot soveltuvat varsinkin jyrkille katoille, sillä ne eivät juuri kärsi eroosion aiheuttamasta kasvialustan hupenemisesta. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 144-146)

Moduulijärjestelmä on useimmiten kaikkein kallein vaihtoehto kasvillisuuden aikaansaamiseksi. Moduulit ovat kasvimattoja painavampia, sillä niissä on enemmän maa-ainesta. Moduuliyksikön koko vaihtelee noin puolesta puoleentoista neliömetriin. Tällä menetelmällä tehtyä kattokasvillisuutta on suhteellisen helppo paikata ja täydentää, sillä moduulit ovat irrallisia, korvattavissa olevia elementtejä. (Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 79-80)

Paksuimmille intensiivisille viherkatoille kasveja voidaan edellisten tapojen lisäksi istuttaa käytännössä samoin kuin tavanomaiseen puutarhaan (Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 132). Kasvit voidaan tuoda taimitarhalta suurempina, sillä intensiivikaton maakerros on tarpeeksi paksu isokokoisille ja syvän kasvialustan tarvitseville kasveille. Katolle voidaan istuttaa hyvinkin suurikokoisia yksittäisiä puita. Intensiivikaton istuttamisessa erikokoisissa astioissa ja ruukuissa kasvatetut puut ja pienemmät kasvit ovat yleisesti käytössä. (Kolb & Schwarz 1999, s. 97-99)

2.2.4 Huolto

Kattokasvillisuuden rakennekerrosten vesitilanne sekä vedenpoiston toimivuus tarkistetaan säännöllisesti 1-2 kertaa vuodessa. Kasvillisuutta hoidetaan kastelemalla, lannoittamalla ja leikkaamalla. Paksumpia viherkattoja kastellaan kuten puutarhoja yleensä. Pitkinä poutajaksoina kasvillisuus kuivuu katolla nopeammin kuin maassa. Ohuiden viherkattojen kasvillisuus valitaan siten, että se selviää ilman kastelua. Vaativissa kohteissa voidaan käyttää erikseen tarkoitukseen suunniteltua automaattista kastelujärjestelmää. Jos käytetään automaattista kastelua, lannoitus voidaan tehdä kastelujärjestelmän kautta. Rikkaruohot ja muut ylimääräiset taimet kitketään tarvittaessa. Ohuet viherkatot vaativat vain vähän hoitoa. Kasveja ei kastella alkuvaiheen jälkeen. Katon kasvillisuus kehittyä ja valikoitua luonnollisesti olosuhteiden mukaan. (RT 85-10709 1999)

3 Viherkaton historia

3.1 Varhaiset viherkatot ja kattopuutarhat

3.1.1 Viherkattojen pitkä perinne

Rakennusten kattaminen maa-aineksella on yhtä vanha ilmiö kuin rakentaminen itsessään (Appl & Ansel 2009, s. 7). Rakentajat ovat jo vuosituhansia hallinneet tekniikan ja materiaalit, joilla on saatu aikaan niin terassoituja temppeleitä, laajoja kattopuutarhoja kuin yksinkertaisia ruohokattojakin (Weiler & Scholz-Barth 2009, s. 1). Käyttötarkoitukset olivat moninaisia ja varsin käytännönläheisiä. Maakerros on toiminut muun muassa rakennuksen lämmöneristeenä Skandinavian turvekatoissa ja Itävallan viinikellareissa sekä naamiointina ja sirpale-suojana linnoituksissa ja muissa sotilaallisissa rakennuksissa. (Appl & Ansel 2009, s. 7) Näin on tehty myös Suomenlinnassa.

Ikivanhat ruohokatot ovat osoitus modernin viherkaton pitkästä historiasta. Täysikasvuise- na nykyaikainen viherkatto ei välttämättä edes näytä kovin erilaiselta kuin perinteikäs edeltäjänsä, vaikka rakenne onkin pitkälle kehittynyt. Katon luonnonmukaiset rakennusmateriaalit ja maisemaan sopeutuva ulkomuoto tekevät rakennustavasta edelleen arvostetun. Viherkattojen esiintyminen monenlaisilla ilmastovyöhykkeillä Afrikasta Islantiin osoittaa, että kattotyypin soveltuu vaihteleviin oloihin. Aukkaat olivat jo varhain tietoisia siitä, että viherkatto tasoittaa lämpötilavaihteluja ja saa aikaan miellyttävän sisäilman. (Ahrendt 2007, s. 52-56)

Perinteisestä ruohokatosta poikkeavaa käyttötarkoitusta edustivat virkistykseen varatut kattopuutarhat, joihin oli istutettu puita ja koristekasveja. Kattopuutarhoja rakennettiin alun perin lähinnä linnoihin ja kirkonmiesten residensseihin, kun taas tavalliset kansalaiset saivat tyytyä kukkaruukkuihin tai istutuslaatikoihin. Rehevä kattopuutarha vaatii asianmukaisen tasakaton, joka kestää rakenteesta aiheutuvat kuormat. Siten laajoja viherkattoja saatettiin rakentaa vasta, kun teräsbetoni 1800-luvun lopulla otettiin käyttöön. Tämän jälkeen viherkatot ja kattopuutarhat yleistyivät laajempaankin käyttöön. (Appl & Ansel 2009, s. 7)

Muinaiset ruoho- ja turvekato samoin kuin myöhemmät kattopuutarhat poikkeavat monella tavalla nykyaikaisista viherkatoista. Ne olivat kuitenkin modernien kasvipeitteisten kattojen edeltäjiä, joilla tavoiteltiin samankaltaisia asioita kuin nykyäänkin. Perinteisiin ruohokattoihin liittyvät hyvä lämmöneristävyys ja luonnonmukaiset rakennusmateriaalit, kun taas varakkaampien kansalaisten rakentamalla kattopuutarhoilla tavoiteltiin näyttävyyttä, virkistyspaikkaa kaupungissa ja luonnon yhdistämistä rakennuksiin.

3.1.2 Muinaiset kattopuutarhat

Viherkattoja oli jo muinaisessa Egyptissä, jonne arkeologisten kaivausten ja kuvalöydösten mukaan rakennettiin ensimmäiset kattopuutarhat. Hallitsijat rakennuttivat laajoja terassoituja puutarhoja, ja kansalaiset istuttivat kasveja katoilleen. Kaupungit eivät voineet kasvaa muuriensa ulkopuolelle, joten tiiviissä kaupunkirakenteessa yksityisiä kattopuutarhoja suosittiin. Ilmasto oli suotuisa ja useimmat talot tasakattoisia, jolloin kattopinta oli helppo osoittaa muun muassa puutarhakäyttöön. Korkealla sijaitsevien puutarhojen kasteluun käytettiin katoilta kerättyä sadevettä. (Ahrendt 2007, s. 7-12)



10. Piirros egyptiläisestä kattopuutarhasta.

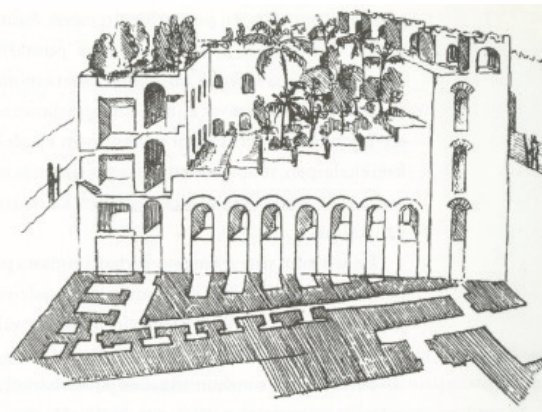
Myös Mesopotamiassa sumerien, assyrialaisen ja babylonialaisten kulttuureissa rakennettiin kattopuutarhoja, mutta Egyptiin verrattuna näistä puutarhoista on jäänyt jälkipolville vain vähän varmaa tietoa. Tunnetuin esimerkiksi ovat Babylonin – tai Semiramiin – riippuvat puutarhat, jotka olivat yksi vanhan maailman seitsemästä ihmeestä noin vuodelta 600 eaa. (Ahrendt 2007, s. 13-25) Puutarhan tarkasta sijainnista, rakennusajasta ja ylipäätään olemassaolosta on ristiriitaista tietoa. Muotoratkaisua ei tunneta tarkkaan, mutta riippuvalla puutarhalla voidaan tarkoittaa kahdenlaisia rakenteita. Kyseessä on voinut olla portaittain nouseva terassipuutarha, jonka kaltaisia Persiassa on rakennettu myöhemminkin tai sitten tasakattorakenne, johon kaivaukset ja eri lähteiden kuvat vihjaavat. Vastaavat tasakattopuutarhat on muualla Mesopotamiassa nostettu muurattujen holvirakenteiden varaan ja varustettu tehokkailla eristysratkaisuilla sekä kastelulaitteilla. (Sinisalo 1997, s. 15-18)

Riippuvien puutarhojen perinne jatkui edelleen antiikin Kreikassa ja Roomassa, ja varsinkin roomalaiset laajensivat viherkattojen käyttöä entisestään. Kun kreikkalaiset kasvattivat katoillaan vain pieniä ruukkukasveja, Roomassa saatiin aikaan kokonaisia kattometsiköitä suurikokoisista puista. Aikaisemmista korkeakulttuureista poiketen roomalaiset onnistuivat viljelemään kasveja myös talviaikaan kattojen kasvihuoneissa. Rooma oli varsinainen puutarhojen ja puistojen kaupunki. Perinteisiä kaupunkipuutarhoja oli kuitenkin lähinnä varakkaamman väen asuntoalueilla, sillä tiheään asutuissa vuokratilakortteleissa ei juuri ollut tilaa viheralueille. Tiiviissä suurkaupungeissa viherkatot olivat ainoa mahdollisuus saada kasvillisuutta asunnon läheisyyteen. Kattopuutarhat eivät olleet pelkästään rikkaiden ja hallitsijoiden etuoikeus, vaan tavalliset kansalaisetkin kasvattivat katoillaan ruukuissa yrttejä ja muita hyötykasveja. (Sinisalo 1997, s. 25; Ahrendt 2007, s. 26-37)

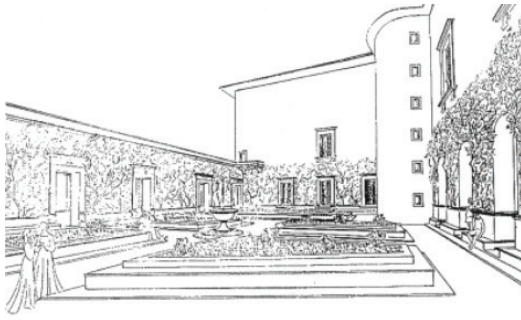
3.1.3 Kattopuutarhat Bysantista renessanssiin (500-1500)

Länsi-Rooman kukistuttua vuonna 476 Itä-Rooma eli Bysantti jatkoi antiikin Rooman puutarhakulttuuria. Bysanttilaiset omaksuivat antiikin maailmasta kattopuutarhojen istutukset, kastelujärjestelmät ja rakenteet. Bysantin kattopuutarhat olivat verraten sulkeutuneita, mikä näkyi myös myöhemmissä islamilaisissa ja Euroopan keskiaikaisissa puutarhoissa. (Ahrendt 2007, s. 38-42) Edellisiin aikakausiin verrattuna islamilaiset kattopuutarhat olivat korostetusti virkistyskäyttöön varattuja. Sijainnilla korkealla katolla ja usein vielä ympärille rakennetut muurit takasivat kattopuutarhan yksityisyyden. Islamilainen kattopuutarha olikin yksityisen luonteensa vuoksi usein tarkoitettu varsinkin naisten oleskeluun. (Ahrendt 2007, s. 46)

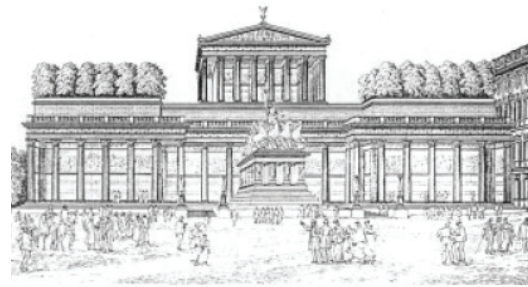
Keskiajan Euroopassa kattopuutarhojen rakentaminen vähentyi. Keskiaikaiset kattopuutarhat kuuluivat enimmäkseen ruhtinaille, eikä esimerkiksi porvarillisista puutarhoista juuri tunneta. Kasvillisuus oli niukkaa, eikä kastelujärjestelmistä ja muista varusteista ole säilynyt tietoa. Keskiajan lopulla yksittäisiä kattopuutarharakennelmia esiintyi Italiassa. Samaan aikaan rakennettiin kattopuutarhoja myös Keski-Amerikassa, atsteekkien valtakunnassa.



11. Rekonstruktio kattopuutarhasta Babylonin kaupungin alueelta.



12. Tyypillinen renessanssin kattopuutarha Urbinon palatsissa Italiassa.



13. Kattokasvillisuutta K. F. Schinkelin suunnitelmassa Fredrik II:n hautamuistomeriksi 1829.

Sekä hallitsijoilla että tavallisilla kansalaisilla oli viheriöiviä terasseja, toisin kuin tuon ajan Euroopassa. Hallitsijoiden riippuvissa puutarhoissa oli monimuotoinen kasvivalikoima ja pitkälle kehittynyt kastelujärjestelmä, joita Espanjasta saapuneet konkistadorit ihailivat. (Ahrendt 2007, s. 47-51)

Renessanssi levisi Italiasta muualle Eurooppaan, ja samalla palasi keskiajalla unohtunut kattopuutarhaperinne. Vaikka renessanssin aikaiset kattopuutarhat saivat innoituksensa antiikista, ne eivät olleet pelkästään esikuvien sa kopioita. Italialaiset kehittivät ja laajensivat perinteistä kattotyyppeä entisestään. Renessanssin aikana yksilöllisyyden merkitys kasvoi, mikä ilmeni arkkitehtuurin itseriittoisen sulkeutuneessa muotokielessä. Myös kattopuutarhat olivat varsin suljettuja ja yksityisiä. (Gympel 2000, s. 44; Ahrendt 2007, s. 57-64)

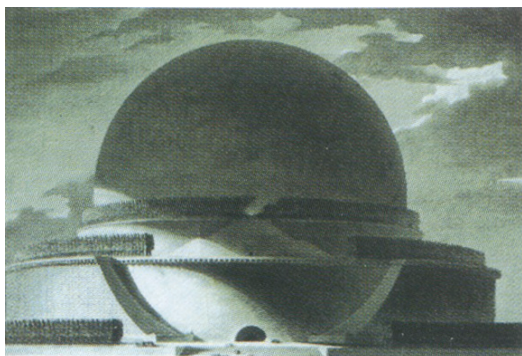
Keski- ja myöhäisrenessanssi olivat kattopuutarhojen kukoistuskautta. Kiinnostus tähän rakennustapaan levisi laajalle, ja puutarhoista tuli eurooppalaisten renessanssipalatsien tunnusomainen piirre. Monimutkaiset kattorakenteet ja puutarhan nostaminen katolle vaativat suuria ponnisteluja ja ilmensivät samalla rakennuttajansa kunnianhimoa sekä ihmisen yliotetta luonnosta. Kattopuutarhoista tuli suurempia ja niitä käytettiin laajemmin myös hyötypuutarhana. Kun kasvit istutettiin suoraan maakerrokseen eikä ruukkuihin, jouduttiin käyttämään kalliimpia tiivistemateriaaleja kuten kuparia, lyijyä ja tervaa. Kasteluun käytettiin antiikista omaksuttuja järjestelmiä vesipumppuineen. (Ahrendt 2007, s. 65-73) Tavalisimmin pienet puut ja pensaat istutettiin kuitenkin terrakottaruukkuihin, jotka voitiin tarvittaessa siirtää suojaan. Tällöin kattopuutarha

saatiin aikaan vaivattomammin, kun erityisiä rakenneratkaisuja ei tarvittu. Renessanssille ominaiset kattopuutarhat hävisivät sittemmin lähes tyystin, kun tasakatot korvattiin muilla kattomuodoilla. (Sinisalo 1997, s. 54-55)

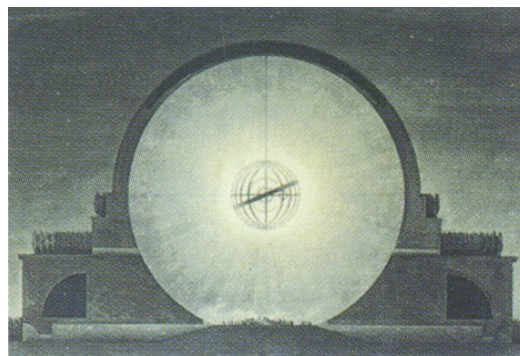
3.1.4 Barokista uusklassismiin (1500–1800-luvut)

Barokin vaihtuessa rokokooksiksi Ranskasta tuli Euroopan johtava kulttuurimaa Italian sijaan. Niin katto- kuin muutkin puutarhat rakennettiin nyt ranskalaisen esimerkin mukaan. Kattopuutarhasta tuli monimuotoisempi, kun italialaiseen perinteeseen lisättiin koristeellisia istutuksia, muotoon leikattuja puita ja ylenpalttisia vesiallasrakennelmia. Barokin perinteinä kattopuutarhat olivat usein ankaran symmetrisiä. Barokin ja rokokoon kattoterassit olivat oleskelupaikkoja, hyötypuutarhoja ja hoviseremonioiden tapahtumapaikkoja. Loisteliaita kattopuutarhoja oli vain varakkaimmilla ja varsinkin niillä, jotka tarvitsivat puutarhoja edustusvelvollisuuksiin. (Ahrendt 2007, s. 83-91)

Eurooppalaisten kauppakaupunkien vaurastumisen myötä puutarhoja rakennettiin monien yksityisasuntojen katoille. Merkittävä syy näiden rakenteiden yleistymiseen oli vapaan rakennusmaan puute suurissa kaupungeissa. Tuohon aikaan varakkailta kansalaisilla kuului olla hyvin hoidettu puutarha, ja kaupungeissa ne sijoitettiin usein katolle. Kattopuutarhat ja -terassit olivat yhä melko satunnainen ilmiö, ja niitä rakennuttivat nimenomaan varakkaat ja kulttuurista kiinnostuneet ihmiset. Nämä rakennuttajat olivat nyt myös entistä kiinnostuneempia kattopuutarhan vaikutuksesta rakennuksen arkkitehtuuriin. (Ahrendt 2007, s. 92-99)



14 ja 15. Etienne-Louis Boullée: Newtonin kenotafi 1784. Puut korostavat suunnitelman monumentaalista mittakaavaa.



1700-luvun jälkipuoliskolla eurooppalaisessa arkkitehtuurissa tuli vallalle klassismi, joka sai innoituksensa antiikista ja italialaisesta renessanssista. Ranskassa ja anglosaksisissa maissa uusi tyyli sai nimen uusklassismi, jolla se tunnetaan Suomessakin. Klassistiset muotoperiaatteet hallitsivat eurooppalaista arkkitehtuuria 1700-luvun lopun ja 1800-luvun alun vuosikymmenet. (Gympel 2000, s. 62-65) Klassistit omaksuivat antiikista paitsi suoraviivaiset muodot ja pylväsjärjestelmät myös kattopuutarhan. Tämä näkyy muun muassa 1700-luvun lopun ranskalaisten vallankumousarkkitehtien, kuten Etienne-Louis Boulléen ja Claude-Nicolas Ledoux'n suunnitelmissa. Antiikin innoittamina he liittivät suunnitelmiinsa viheriöiviä tasakattoja, mutta käyttivät istutuksia aiempaa systemaattisemmin. Toisin kuin renessanssin riippuvissa puutarhoissa, rakenne ei ollut enää luonnolle alisteinen vaan puustutuksista tuli osa arkkitehtuuria. Istutuksilla korostettiin rakennusten monumentaalisuutta, ja orgaaninen luonto asetettiin vastakkain geometrisen ja mittasuhteiltaan massiivisen kiviarkkitehtuurin kanssa. (Ahrendt 2007, s. 108-113) Boullée ja Ledoux pyrkivät ilmentämään uusia valistuksen ajan yhteiskunnallisia malleja ja utopioita arkkitehtuurin keinoin. Vallankumousarkkitehdit luopuivat perinteistä eivätkä pitäneet suunnitelmien toteuttamiskelpoisuutta välttämättömänä. Suunnitelmat eivät olleet toteutettavissa omana aikanaan, ja suurin osa niistä jäikin liian mahtavina vain suunnitelman asteelle. (Gympel 2000, s. 64)

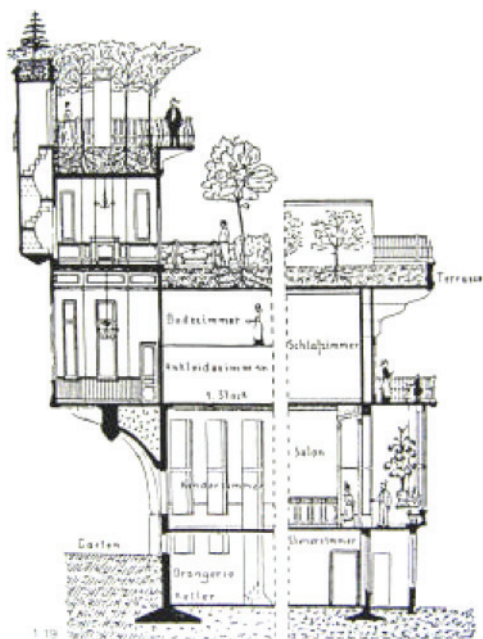
Saksassa viherkattojen käyttöä edisti ennen kaikkea Karl Friedrich Schinkel. Hän liitti viherkattoja moniin tiiviiseen kaupunkiympäristöön sijoittuviin suunnitelmiinsa, joihin kuului

niin palatseja, julkisia rakennuksia ja asuintalojakin. Monet Schinkelin viherkattosuunnitelmista jäivät toteutumatta taloudellisten ja teknisten ongelmien takia, vaikka eivät olleetkaan täysin mahdottomia toteuttaa. (Ahrendt 2007, s. 114-116) Tasakaton rakenne ja materiaalit kehittyivät Euroopassa edelleen. Edistyneimpien kattopuutarhojen alle pystytettiin jopa asentamaan lämmitys kosteutta vastaan. Tarpeeksi varmaa ja helposti toteutettavaa rakennustapaa ei kuitenkaan vielä ollut laajassa käytössä, joten viherkatot pysyivät edelleen harvinaisuuksina. (Ahrendt 2007, s. 120)

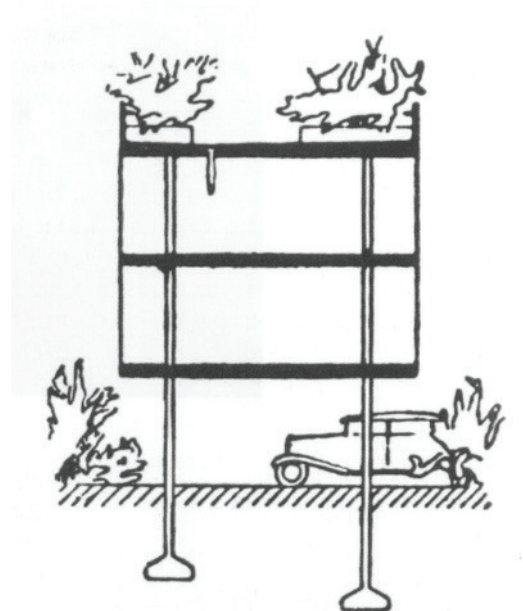
3.2 Modernin viherkaton kehitys

3.2.1 Uudet rakennusmateriaalit

1800-luvulla vihreä tasakatto levisi laajempaan käyttöön, kun keksittiin uusia materiaaleja ja rakenteita. Uusiin keksintöihin kuului muun muassa puusementtikatto (*Holzementdach*), joka oli yleinen varsinkin Saksassa. Kasvillisuus levisi usein itsestään näille hiekka- ja sorapeitteille katoille. (Emilsson 2005, s. 10) Vuosisadan vaihteessa Berliinissä oli noin 2000 uudenlaista puusementtirakenteista viherkattoa, joista 50 selvisi ehjänä sota-ajasta. Itsestään levinnyt kasvillisuus sai ne muistuttamaan ajan myötä luonnonniuttyä paksuine kasvikerroksineen. (Ahrendt 2007, s. 121-126) Myös suomalainen Huoneenrakenteiden oppikirja vuodelta 1915 kertoo puusementtirakenteisista tasakatoista. Ohjeissa kerrotaan, miten tasakatto voidaan päällystää 10-15 cm paksulla sora- tai turvekerroksella, jolloin turvekerros suojaa katon tervausta sekä toimii lämmöneristeenä. (Kaila, Pietarila & Tomminen 1987, s. 111) Kasvikatot tunnettiin myös 1800-luvun lopun Yhdysval-



16. Kattokasvillisuutta François Hennebiquen asuinrakennussuunnitelmassa v. 1901.



17. Le Corbusierin piirros kattopuutarhasta v. 1927.

loissa, jossa rakennettiin kasvikattoja muun muassa tehdasrakennusten päälle työntekijöiden taukopaikaksi (Ahrendt 2007, s. 121-126). Ensimmäisiä kokeellisia viherkattoprojekteja Euroopassa oli Pariisin vuoden 1867 maailmannäyttelyyn rakennettu kasvipeitteinen betonikatto (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 14).

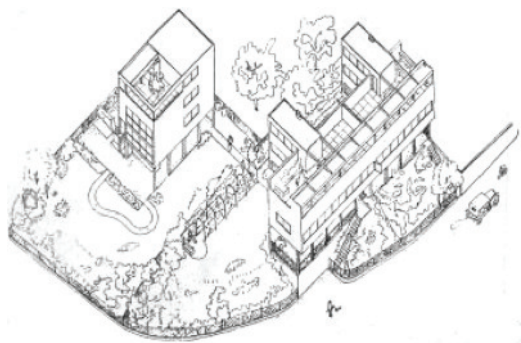
Uuden materiaalin, teräsbetonin, kehittäminen merkitsi suurta muutosta arkkitehtuurissa ja rakennustekniikassa. Materiaalia oli suhteellisen helppo valmistaa, ja se oli erittäin kestävä. Rakennusosat voitiin tehdä entistä ohuemmiksi ja kevyemmiksi, ja siten saatiin aikaan yhä suurempia hyötypinta-aloja. (Gympel 2000, s. 77) Teräsbetonin kehittämisen myötä tasakatosta ja samalla kattopuutarhasta tuli ominainen osa 1900-luvun alun uutta arkkitehtuuria. Ensimmäiset teräsbetonirakenteiset viherkatot olivat kokeiluluentoja. Arkkitehdit kokeilivat erilaisia katemateriaaleja, mutta suhtautuivat vielä epäilevästi maakerroksella peitettyjen laajojen viherkattojen rakentamiseen. (Ahrendt 2007, s. 135)

3.2.2 Modernismin kattopuutarhat

1900-luvun alussa Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa oli jo lukuisia asuin- ja julkisia rakennuksia, joiden betonirakenteisilla katoille oli istutettu kattopuutarhoja. Teräsbetonin ja kattokasvillisuuden yhdistelmää hyödynsivät

muun muassa ranskalaiset François Hennebique ja Auguste Perret, jotka suunnittelivat viherkattoja Pariisiin 1900-luvun alussa. Muita merkittäviä viherkattohankkeita olivat Frank Lloyd Wrightin Chicagoon vuonna 1914 suunnittelema kasvikkaton ravintola Midway Gardens sekä Walter Gropiuksen samana vuonna Kölniin suunnittelema toimistorakennus, jossa oli ravintola ja kattopuutarha. Tasakatoille istutettuja kattopuutarhoja esiintyi myös Tony Garnierin ideaalikaupunkisuunnitelmassa Cité industriellel vuodelta 1904. (Ahrendt 2007, s. 131; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 14)

Maisemoitujen tasakattojen suunnittelussa edelläkävijöihin kuului myös Le Corbusier, joka tutki ja rakennutti kattoja järjestelmällisesti ja vaikutti siten merkittävästi kattopuutarhojen kehittämiseen. 1910- ja 20-luvuilla Le Corbusier suunnitteli useita rakennuksia, joihin liittyi kattopuutarha. Näitä olivat muun muassa Maison Citrohan vuodelta 1920 ja rakennuksen uusi paranneltu versio vuodelta 1922, joissa tasakatto toimi asukkaiden kattoterassina. Jälkimmäisestä suunnitelmasta toteutettiin versio Stuttgartin Weißenhofsiedlungiin, joka on vuonna 1927 järjestetyn taiteilijoiden, arkkitehtien ja muotoilijoiden yhdistyksen, Deutscher Werkbundin, näyttelyn yhteydessä rakennettu asuinalue. Muita saman aikakauden esimerkkejä olivat Walter Gropiuksen Bauhaus-opettajille suunnittelemaat



18. Weißenhofsiedlung, Stuttgart 1927.

mestari talot Dessaussa. Vuosina 1925 ja 1926 toteutettujen neljän asuinrakennuksen tasakattot toimivat kattopuutarhoina. (Frampton 2001, s. 35-37; Ahrendt 2007, s. 131-133)

Vuonna 1926 Le Corbusier julkaisi esseen, jossa hän määritteli uuden arkkitehtuurin viisi sääntöä (*Les Cinq Points d'une architecture nouvelle*). Näihin sääntöihin hän sisällytti tasakattolteen rakennettavan kattopuutarhan (*le toit-jardin*), joka korvaisi talon alleen peittämän maanpinnan. Kattopuutarhaa käytettäisiin viljelyyn, leikkiin ja virkistykseen. Katosta muodostuisi rakennuksen suosituin paikka ja samalla kaupunki saisi rakennetun maa-alansa takaisin. Viiden kohdan luettelossaan hän määrittelee myös, että rakennus on tehtävä pilarien (*les pilotis*) varaan, pohjaratkaisun tulee olla vapaa (*le plan libre*), rakennuksessa tulee olla vaakasuora, yhtenäinen ikkunanauha (*la fenêtre en longueur*) ja julkisivu tulee muotoilla vapaasti riippumattomana kantavista rakenteista (*la façade libre*). Näitä viittä sääntöä edustavat muun muassa Maison Cook vuodelta 1926 ja vuosina 1929-1931 toteutettu Villa Savoye, jonka kattoterassit ovat kahdessa tasossa. Yksityisasuntojen lisäksi kattoterasseja ja -puutarhoja on Le Corbusierin kerrostalosuunnitelmissa, kuten vuonna 1952 valmistuneessa Marseillen Unité d'Habitationissa. (Frampton 2001, s. 72-77, 157; Ahrendt 2007, s. 132-133; Fazio, Moffett & Wodehouse 2008, s. 483)

Tasakattoja käsittelevässä artikkelissaan vuodelta 1926 Le Corbusier korosti, että eteläisissä maissa ihmiset olivat aina kiivenneet ylös ja hyödyntäneet kattoja. Betonitekniikan kehittyessä tasakatto sopi hänen mukaansa loistavasti myös pohjoisemmille leveysasteille, jossa sataa sekä vettä että lunta. Tasakatossa tulisi olla ra-



19. Villa Savoyen kattoterassi.

kennuksen sisäinen vedenpoisto, jolloin vesi ei jäädy. Tasakattoisen rakennuksen huonejärjestys voitaisiin kääntää kokonaan ylösalaisin ja tehdä katosta puutarha, jossa viljellään kasveja. (Ahrendt 2007, s. 133)

Le Corbusier edisti kattojen maisemoimista modernissa arkkitehtuurissa, vaikka monet hänen suunnittelemistaan kattopuutarhoista eivät varsinaisia viherkattoja olleetkaan. Le Corbusierin ja muiden aikalaisten kattoterasseilla kasvillisuus ei peittänyt koko kattopintaa, vaan se oli yleensä rajattu tarkasti istutusalueisiin ja laatikoihin. Taustalla oli kuitenkin edelleen ajankohtainen ajatus rakennuksen viemän luonnonkasvillisuuden korvaamisesta hyödyntämällä muutoin käyttämätöntä kattopintaa sekä ulkotilojen liittämistä asuntojen yhteyteen asukkaiden ulottuville. Nämä tavoitteet täyttyivät kuitenkin vain osittain, sillä Le Corbusierin kattopuutarhojen rajalliset istutukset tuskin korvasivat maantason kasvillisuutta.

1920-luvun lopulla teräsbetonin ja asfaltin laatu kehittyivät edelleen, jolloin kattopuutarhat yleistyivät ja niiden koko kasvoi. Bitumikatteiselle betonikannelle asennettiin yleensä sorakerros vedenpoistoa varten ja suojattiin rakenne maa- ja kasvikerroksella. Katolle istutettiin ruohoa, kukkia ja jopa puita. Katon maakerros saattoi kasvaa jopa kahden metrin syvyiseksi. Vuonna 1929 Karstadtin tavaratalon katolle Berliiniin rakennettu 4000 m² laaja kattopuutarha oli siihen aikaan Euroopan suurin viherkatto. 1930-luvulla viherkaton rakenne vakiintui ja on sittemmin pysynyt pääosiltaan muuttumattomana. (Ahrendt, s. 134-135) 1900-luvun alun kattopuutarhat erosivat



20. Kesäpäivä berliiniläisellä nurmikatolla 1926.



21. Yllä: Viherkatto vuodelta 1980. ufa-Fabrik, Berliini. 22 ja 23. Alla: Vallatun talon sisäpihakasvillisuutta Berliinissä 1990-luvulla.

suuresti perinteisistä turvekatoista paitsi käyttötarkoitukseltaan myös rakentamis- ja huoltokustannuksiltaan. Sen sijaan ne muistuttivat antiikin kattopuutarhoja, jotka rakennettiin virkistyskäyttöön ja jotka kuvastivat rakennuttajansa vaurautta. Katolle istutetut puut ja runsas koristekasvillisuus vaativat paksun maakerroksen ja riittävästi huoltoa, mikä teki niiden rakentamisesta kallista. (Emilsson 2005, s. 8-9)

3.2.3 Nykyaikainen viherkatto muotoutuu

Nykyaikaisen viherkaton alkuperä on saksankielisissä maissa, joissa ympäristötietoisuuden herääminen ja tieteellinen tutkimustyö loivat sekä tekniset valmiudet että sopivan ilmapäirin viherkattojen laajamittaiseen kehittämiseen. 1960-luvun lopun vastakulttuuripiireissä kannatettiin vihreämmän kaupunkitilan luomista. Tähän liittyivät talonvaltaajien asuinalueet, jotka levittyivät kokonaisuin kortteleihin joissakin eurooppalaisissa kaupungeissa, etenkin Länsi-Berliinissä. Teollisuudelta jääneisiin säiliöihin istutettiin kasveja, katoilla kasvatettiin vihanneksia laatikoissa ja joutomaille perustettiin siirtolapuutarhoja. Kirjailijat ja taiteilijat ympäri maailmaa luonnostelivat tulevaisuuden kaupunkia, mutta vain saksalaisten futuris-

tien visioihin liittyivät vihreät pilvenpiirtäjät ja kasvillisuuden peittämät katot. (Dunnett & Kingsbury, s. 16-17)

1960- ja 1970-luvulla Saksassa ja Sveitsissä kokeiltiin uusia tapoja yhdistää rakennuksiin kasvillisuutta. Tällaisia projekteja olivat muun muassa kasvillisuudella peitetyt maanalaiset pysäköintitilat sekä rinteeseen rakennetut terrassitalot, joissa alemman asunnon katto on ylemmän terassi. Vedeneristykseen ja rakenteiden suojaamiseen kasvien juurilta liittyi kuitenkin merkittäviä teknisiä ongelmia vielä 1980-luvulle asti. (Dunnett & Kingsbury, s. 16-17)

Saksassa julkaistiin 1970-luvun alussa lukuisia kirjoja ja artikkeleita, jotka edistivät viherkattojen rakentamista. Tavoitteena oli saada suunnittelijat hylkäämään ajatus yläluokkaisista kattopuutarhoista ja mieltämään viherkatot osana parempaa urbaania ympäristöä. Saksalaiset tutkivat kasvillisuuden kasvattamista katon ohuessa maakerroksessa sekä viherkattojen rakentamisella saavutettavia hyötyjä. Myös jako intensiivisiin ja ekstensiivisiin viherkattoihin on peräisin 1970-luvun Saksasta. (Dunnett & Kingsbury, s. 17-19) Ensimmäisiä julkaisuja viherkattotekniikoista ja kattojen maisemoinnista oli Walter Zinkin Moderne Flachdachtechnik



24. Perinteisiä turvekattoja Norjan kansallismuseossa Oslossa.

– Vom Flachdach zum Dachgarten vuodelta 1976. (Appl & Ansel, s. 11) Samaan aikaan ilmaantui kaupallisia viherkattovalmistajia, joiden tuotekehittelyyn nykyinen ekstensiivinen viherkatto pitkälti pohjautuu. Tieteellisen tutkimuksen ja taloudellisen hyödyntämisen myötä ympäristöliikkeen ja vastakulttuurin vihreästä kaupunkitilasta tuli vakavasti otettavaa liiketoimintaa. (Dunnett & Kingsbury, s. 17-19)

3.3 Perinteiset viherkatot Pohjois-Euroopassa

3.3.1 Varhaiset ruoho- ja turvekatot

Ruohokatto on kuulunut kansanrakentamiseen vuosisatoja, ellei vuosituhansia. Ruohokattoisen talon esimuotona voidaan pitää esihistoriallisia maamajoja, joiden rakenne koostui turpeesta ja puusta tai luonnonkivistä. Näitä maakatteisia rakennuksia tehtiin myös keskiajalla, varsinkin Pohjois-Euroopassa, ja vielä 1900-luvulla niitä rakennettiin erityistarkoituksiin. Norjassa, Islannissa ja Färösaarilla rakennettiin jo 800-luvulla ruohokattoja, joiden kantava rakenne tehtiin puusta. Kattotyyppi oli sopiva varsinkin alueilla, jossa puita ei juuri kasvanut, mutta turvetta ja nurmea oli saatavilla. Tämä rakennustapa säilyi Pohjois-Euroopassa lähes muuttumattomana 1800-luvulle saakka. Keskiajan Saksassa rakennettiin vastaavanlaisia kattoja, mutta siinä missä skandinaavit käyttivät ruohokattoja asuinrakennuksissa, Saksassa ruohokatteen saivat lähinnä tallit ja muut talous- ja varastorakennukset. Skandinaavinen rakennustapa levisi viikinkien mukana Grön-

lantiin sekä Pohjois-Amerikkaan. (Ahrendt 2007, s. 52-56; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 16)

Skandinaviassa perinteisiä ruohokattoja rakennettiin vielä 1900-luvun alkupuolella. Näistä katoista on säilynyt joitakin esimerkkejä, jotka ovat sittemmin olleet lähinnä museokäytössä. Modernien rakennusmateriaalien kehittäminen vähensi merkittävästi ruohokattojen rakentamista. Nykyään turvekattoja rakennetaan lähinnä esteettisistä syistä ja rakennuskohteet ovat enimmäkseen pieniä talous- ja muita apurakennuksia. (Ahrendt 2007, s. 52-56; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 17)

Turve on yksi vanhimmista kattomateriaaleista (Westermarck ym. 1998, s. 66). Turvekatot olivat laajalti käytössä pohjoisella pallonpuoliskolla Pohjois-Amerikan preeria- ja taiga-alueiden maamajoista Skandinavian hirsimökkeihin (Kaila ym. 1987, s. 97). Suomen varhaisimpien asumusten kattamistavasta ei ole saatu selvyyttä kaivauksen perusteella, mutta voidaan olettaa, että katteena käytettiin samoja materiaaleja kuin muuallakin pohjoisella havumetsävyöhykkeellä. Vertailukohtana ovat lähinnä itäisten suku- ja heimajoukkojen sekä saamelaisien rakennustavat. (Kaila ym. 1987, s. 84)

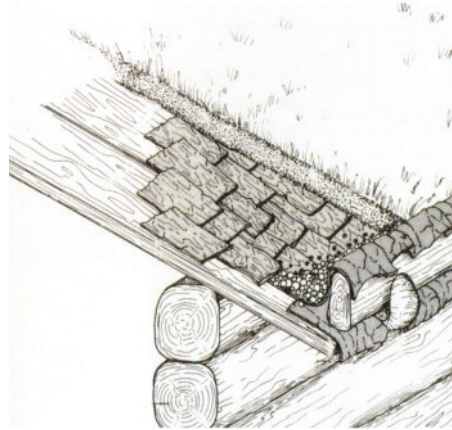
Saamelaisten yksinkertaisin, tilapäinen asumuoto oli kodanmuotoinen havumaja. Asumus oli katettu limittäin asetelluilla havuilla, koivunvarvuilla tai lehtioksilla. Varhaisimmat kiinteät asuinrakennukset olivat pistekotia, jotka katettiin lähinnä turpeella tai kankaalla. Kota saatettiin rakentaa päivässä, jos turvetta



24



27. Turvekattoisia taloja Helsingin Katajanokalla 1800-luvulla



28. Turvekaton rakenne.

Uudet rakennustavat ja kattomuodot saapuivat ensimmäisenä kaupunkiin ja niiden julkisiin arvorakennuksiin. Kartano-, virka- ja pappila-arkkitehtuurissa ajan muoti-ilmiöitä seurattiin tarkkaan, jolloin katemateriaalin valinta oli alisteista muodon vaatimuksille. (Kaila ym. 1987, s. 83) Menneinä vuosisatoina maaseudun talonpoikaistalon ja vaatimattoman kaupunkilaisen porvaristalon rakennustavoissa ei ollut kuitenkaan suurta eroa. Vallitseva rakennusmateriaali oli sekä kaupungeissa että maaseudulla puu, jolloin myös kaupungeissa turvauduttiin kansanomaiseen hirsisalvostekniikkaan ja kattomuotoihin. (Sarajas-Korte ym. 1988, s. 18)

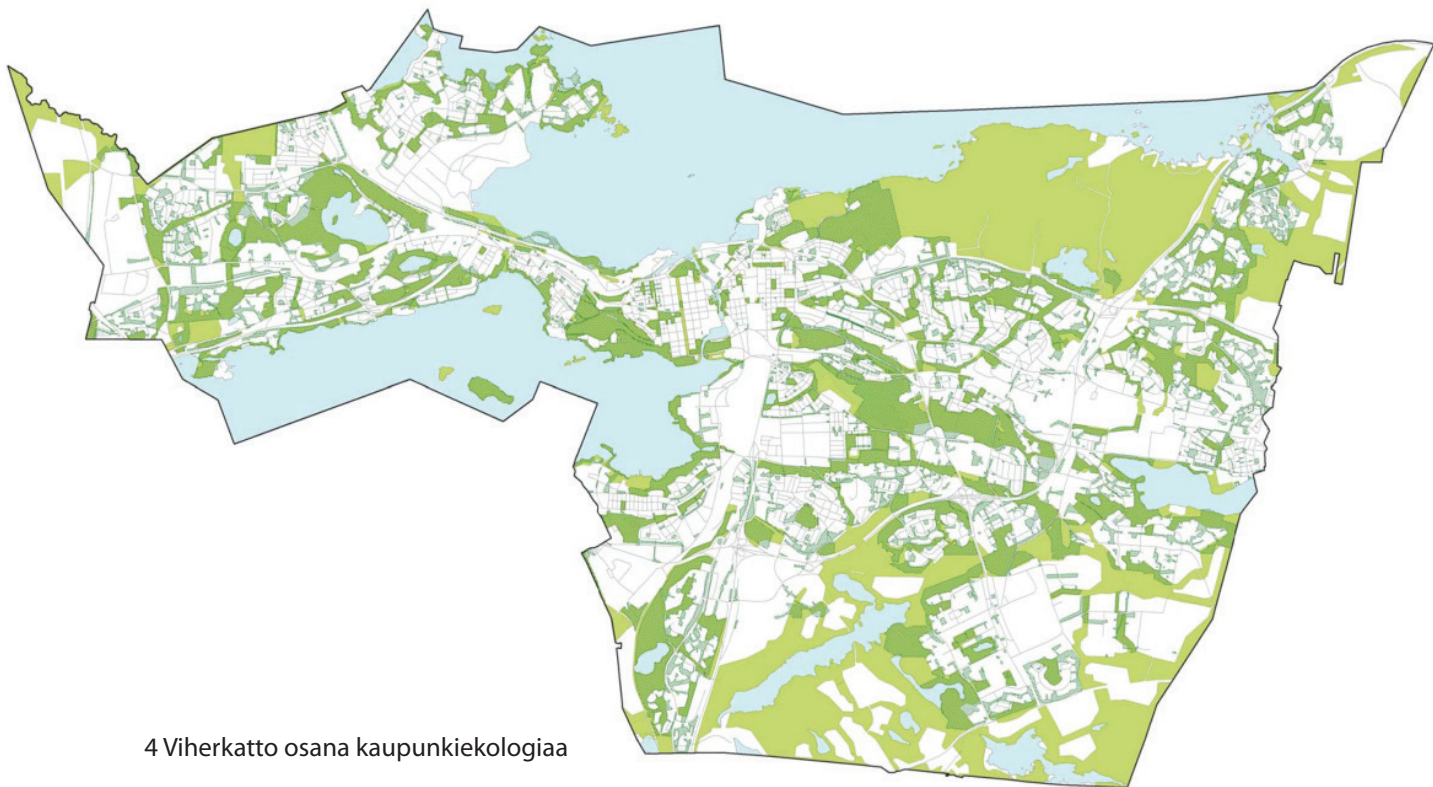
3.3.3 Perinteisen turvekaton rakenne

Asuinrakennuksissa käytettiin vanhastaan tuohikattoa, jossa rimojen päälle levitettiin tuohilevyjä ja niitä peittämään asetettiin harjalta räystäälle ulottuvat malkapuut (Sarajas-Korte ym. 1988, s. 19). Tuohikatto oli suomalaisen kansanrakentamisen yleisin katetyyppi ennen pärekaton valtakautta aina 1860-luvulle saakka. Tuohi oli kestävyydeltään täysin vertailukelpoinen nykyisten materiaalien kanssa, ja katto-tuohien sanottiin kestävän ”ihmisen iän” (Kaila ym. 1987, s. 86).

Turvekatto on eräs tuohikatteen muoto, jossa painona ja eristeenä käytetään malkapuiden sijaan turvetta. Turpeen alustana ja varsinaisena vedenpitävänä kerroksena oli tuohta, joskus myös sammalta. Turvekatosta tuli kestävämpi ja vedenpitävämpi, jos se peitettiin tuohilla ja malkapuilla. Joskus tuohet aseteltiin

erityisten ruoteiden päälle, jolloin ensimmäisen kerran erotettiin lämpöä eristävä katto ja tuuletettu vesikate. Päällimmäiseksi saatettiin laittaa myös lautakatto tai savi- ja hiekkakate. Turvekattoon tehtiin räystääksi ”siihirsi”, joka ulkoni varsinaisesta salvoksesta ja esti turpeen vierimisen (Kaila ym. 1987, s. 88, 97).

Skandinaavisessa kattorakenteessa turve yhdistettynä tuoheen ja risuihin tai olkiin piti sateen tehokkaasti loitolla. Toiminnaltaan kokonaisuus vastaa jossain määrin nykyistä viherkattorakennetta: koivun tuohi toimi vesieristeenä, risut vedenpoistokerroksena ja turve lämmöneristeenä. Turve myös suojasi alempia kerroksia tuulelta ja auringolta, jotka olisivat lyhentäneet niiden elinikää. Joskus katolle istutettiin muitakin kasveja, jopa ruista, sillä niiden juuret vahvistivat maakerrosta. Katot vaativat jatkuvaa huoltoa, sillä ruohokasvustoa piti leikata ja itsestään ilmestyneet puuntaimet poistaa. Tuohen lahoamisen takia turvekatot saatettiin joutua uusimaan parinkymmenen vuoden välein, joten kattojen elinikä oli rajattu. Orgaaninen materiaali ja tiheä ruohokasvusto tekivät katoista tulipalolle alttiita. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 16) Tällaisen kattorakenteen käyttöikä ylsi noin 60 vuoteen, mutta ilmasto-oloista johtuen tuohikerros saattoi kuitenkin lahota jo ennemmin, jolloin koko katto piti uusua. Perinteinen ruohokatto ei myöskään ollut nykystandardeilla mitattuna kovin tiivis. (Kaila, Pietarila & Tomminen 1987)



4 Viherkatto osana kaupunkiekologiaa

4.1 Kaupunkiluonto ja viherkatto

4.1.1 Tiiviin kaupungin viherverkosto

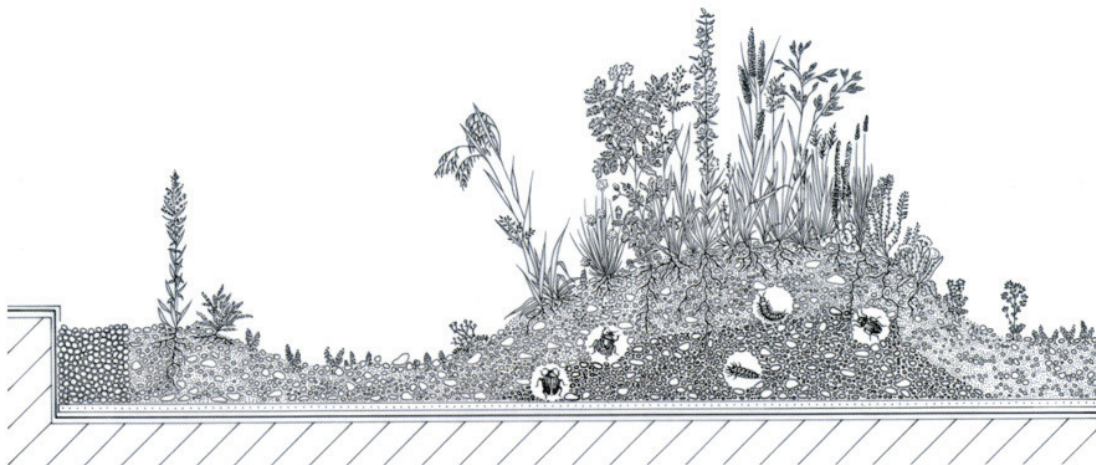
Viherverkko muodostuu kaupungin kaikista kasvipeitteisistä viheralueista, joita ovat niin puistot, virkistysalueet, maisemanhoitoalueet kuin katuvihreäkin. Viherverkko yhdistää kaupungin sisäiset viheralueet toisiinsa sekä kytkee kaupungin ympäröiviin viheralueisiin. (mm. Yhdyskuntapalvelut 2005, s. 13) Viheralueet lieventävät ympäristöhaittoja, parantavat pienilmastoa ja edistävät ekologista monimuotoisuutta. Ne tarjoavat mahdollisuuksia virkistykseen ja ulkoiluun sekä lisäävät asumisviihtyisyyttä. Viheralueet jäsentävät kaupunkikuvaa ja liittävät kaupungin rakennetut osat laajempaan maisemakokonaisuuteen. (Tampereen kaupunki 2008, s. 80-81)

Taajamarakennetta tiivistettäessä viheraluiden merkitys korostuu. Monipuolisuus ja elinvoimaisuus ovat viherverkon perusedellytyksiä niin ihmisten kuin muidenkin ekosysteemien kannalta. Viherverkosto toimii ekologisena yhteytenä, joten sen jatkuvuus ja eheys on ensiarvoisen tärkeää. Jatkuva rakentaminen asumisen ja liikenteen käyttöön johtaa sekä viheraluiden vähenemiseen että niiden pirstaloitumiseen. Luonnon pirstoutuessa yhtenäiset elinalueet pilkkoutuvat pienemmiksi paloiksi ja luonnon optimaalinen toiminta häiriintyy. Ongelma on merkittävä esimerkiksi

29. Tampereen kantakaupungin kaavoitetut viheralueet.

Keski-Euroopassa ja havaittavissa myös suuremmissa suomalaisissa kaupungeissa. Asutuksen keskellä olevat viheralueet ovat merkittäviä laajempien alueiden välisten yhteyksien muodostajia, vaikka niiden toimivuus vaihtelee suuren rakennetun alueen luonteesta riippuen - omakotialue ei eristä viheralueita toisistaan yhtä paljon kuin keskustan yhtenäiset umpikorttelit, eivätkä lähiöiden harvahkot kerrostaloalueet ja metsäiset pihat estä eläinten liikkumista. (Salmi 1997; Väre & Krisp 2005 s. 5, 7-8)

Yhdyskuntasuunnittelu-lehden artikkelin *Helsingin esikaupungin uusi urbanismi* (Manninen, Santaoja & Yli-Jama 2009) mukaan maankäytön suunnittelussa viheralueisiin suhtaudutaan edelleen modernististen kaupunkisuunnitteluperiaatteiden mukaisesti: ne mielletään kaupungin vastakohtaksi sen sijaan, että ne olisivat harkittu osa kaupunkitilaa. Nykyisessä maankäytön suunnittelussa viheraluiden ekologinen merkitys korostuu. Ekologiset arvot pyritään turvaamaan kaavoituksella, ja lainsäädännössä niillä on vahvempi asema kuin asukkaiden kokemuksellisia arvoja. Kirjoittajat kritisoiivat yleistä viheraluiden verkostomaisuuden tavoittelua, joka perustuu populaatioekologisiin malleihin lajien elinvoimaisuudesta ja



30. Vaihtelevan paksuinen kasvukerros muodostaa katolle eri lajeille sopivia elinympäristöjä.

leviämisestä. Teorioita on sovellettu suoraan kaupunkiekologiaan, vaikka mallien toimivuudesta kaupungissa ei olla varmoja. Kirjoittajat peräävätkin uutta otetta kaupunkien viheraluerakenteen käsittelyyn. Lisäksi he edellyttävät tarkempaa tilan hyödyntämistä tuhlailevan maankäytön sijaan: houkuttelevien ja aktiivisesti käytössä olevien viheralueiden asemaa tulee vahvistaa kaupunkirakenteessa, mutta hukkaviheralueille voidaan sen sijaan rakentaa. Tällöin myös hoidettujen viheralueiden arvo nousee. Viheralueiden hoitoon käytettävät vähäiset resurssit jakautuvat nykyään epätasaisesti, jolloin valtaosa resursseista kohdistetaan kantakaupungin puistojen hoitamiseen ja vähemmän merkittävät viheralueet jäävät laiminlyödyiksi.

Kaupungin kasvaessa viheralueille sekä rakennettujen alueiden väliin jääneille metsiköille kohdistuu rakentamispaineita. Tiiviillä kaupunkialueella mahdollisuudet rakentaa uusia viheralueita menetettyjen sijaan ovat rajalliset, jolloin kattopinnan hyödyntäminen on lupaava keino ongelman käsittelyssä. Viherkatot voivat korvata osan menetetyistä kaupunkien viheralueista, sillä niistä koituu monia samoja hyötyjä kuin muistakin kasvilisuusalueista – tosin yleensä eri mittakaavassa. Vaikka erilaisten viherkäytävien toimivuus lajien kulkuyhteytenä on epävarmaa muutoin pirstaloituneessa ympäristössä (Grant et al. 2003, s. 16-17), ovat ne silti miellyttäviä avoimia viheralueita kaupunkilaisille ja voivat olla itsessään arvokkaita elinympäristöjä kasveille ja eläimille. Erilliset mosaiikkimaiset viheralueetkin voivat toimia osana jatkuvaa viherverkostoa. Siten myös viherkatot, jotka eivät yleensä liity

suoraan muihin viheralueisiin, voivat olla arvokas osa kaupunkien elinympäristöä.

4.1.2 Biodiversiteetti

Biodiversiteetti on luonnon biologista monimuotoisuutta, johon kuuluu biotooppien ja ekosysteemien monipuolisuus sekä erilaisten ekologisten prosessien vaihtelu. Biodiversiteetti ilmenee eri tasoilla niin lajien sisäisenä yksilöiden perinnöllisenä vaihteluna, lajien lukumääränä tietyllä alueella kuin kokonaisten eliöyhteisöjen kirjona. Luonnon ekologinen kestävyys on sitä parempi, mitä korkeampi sen monimuotoisuus on. Suomessa tehtävillä biodiversiteettien säilyttämisratkaisulla on harvoin globaalia merkitystä, mutta paikallinen merkitys on suuri. Suomalaisten yhdyskuntien rakennusperintö on eurooppalaisittain nuorta, mutta luonnonperinnön ajallinen ulottuvuus on sitäkin suurempi. Suomalaiset kaupunkipuistot ovatkin verraten luonnonmukaisia. Kaupunkirakenteen tiivistyessä ja kulutuksen lisääntyessä kasvaa myös huoli biodiversiteetin säilymisestä. Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen onkin kirjattu muun muassa maankäyttö- ja rakennuslakiin. (Flander 1997; Tampereen kaupunki 2008, s. 18, 40)

Viherkatoilla voidaan osaltaan ylläpitää luonnon monimuotoisuutta luomalla elinkelpoiset olosuhteet muuten karuun ympäristöön. Kun kaupungeissa tuskin on toista pintaa, jota olisi hyödynnetty yhtä vähän kuin kattoja, ovat viherkatot varteenotettava mahdollisuus tiivissä kaupunkiympäristössä. Rakennuksiin yhdistetty kasvillisuus voi edistää biodiversiteettiä luomalla uutta elinympäristöä alueille,

joilla luonnonvaraista ympäristöä ei ennestään ole. Samaten viherkatot luovat uusia yhteyksiä olemassa olevien, pirstaloituneiden elinympäristöjen välille ja helpottava siten lajien liikkumista. Rakennusten kasvipinnat voivat myös muodostaa lisää elinalueita harvinaisille tai rauhoitetuille lajeille. (Grant et al. 2003, s. 24; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 43)

Viherkatot voivat toimia osana kaupungin viherverkostoa yhdistämällä toisiinsa puistoja, joutomaita ja rautatiepenkkoja. Kun yhteys ei kuitenkaan kulje maantasossa, katot hyödyttävät lähinnä vain tietynlaisia lajeja. Voi olla haasteellista tietää ennalta, mitkä eläimet sopeutuvat katon olosuhteisiin. Kun kattoihin yhdistetään vaihtelevan paksuisia multakeroksia sekä vesiaiheita, voidaan saada aikaan kattoympäristö, joka ei vain korvaa menetettyä viherpintaa vaan toimii laajemminkin biodiversiteetin ylläpitäjänä. (Grant et al. 2003, s. 25; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 44-45; Luckett 2009, s. 139-140)

Katoilla voidaan ylläpitää melko luonnontilaista kasvillisuutta. Olosuhteet ovat vastaat kuin alueilla, jotka kokevat kausittaista kuivuutta ja joiden maakerros on matala tai kivinen. Tällaiset alueet toimivatkin hyvänä mallina viherkattojen kehittämisessä. Tiiviissä kaupunkiympäristössä kiviset joutomaa-alueet otetaan usein rakentamiskäyttöön, joten vastaavan ympäristön rakentaminen katolle voi auttaa säilyttämään alueiden kasvillisuutta ja eläimistöä. Ekstensiviset viherkatot, joihin ei ole yleistä pääsyä, ovat hyviä ja häiriöttömiä elinympäristöjä kasveille, linnuille ja hyönteis-

sille. Niin kutsut ruskeat katot eli urbaania joutomaaympäristöä jäljittelevät katot liittyvät olennaisesti biodiversiteetin ylläpitopyrkimykseen. (Grant et al. 2003, s. 25; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 43-53)

Kattokasvillisuutta ei aina tarvitse edes erikseen istuttaa, sillä kuten vanhat kattopinnat, muurit ja kiveykset osoittavat, monenlaiset jäkälät, sammalet ja ruohot löytävät tiensä kivipinnoille itsestään. Samaten lintulajit, jotka suosivat kallioita tai avoimia ruoho- tai kivi-ympäristöjä, ovat onnistuneesti pesineet kaupunkien katoilla - olivat ne sitten kasvipeitteisiä tai eivät. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 43)

Vaikka katon olosuhteet poikkeavat maantasosta ja katon viherpinta on yleensä pienempi kuin alue, jonka se korvaa, viherkatolla voidaan ylläpitää joitain tontin tärkeimmistä ekologisista toiminnoista. Korvaavan elinympäristön luominen katolle on kuitenkin haastavaa, sillä maaperä-, vesi- ja ilmasto-olot eivät täysin vastaa alkuperäisiä. Kaikki lajit eivät myöskään pääse ylös kattopinnalle. (Grant et al. 2003, s. 25)

Biodiversiteettiä ylläpitäviä kattoja on rakennettu ja tutkittu muun muassa Sveitsissä, Iso-Britanniassa sekä Yhdysvalloissa Kaliforniassa. Varsinkin Sveitsissä biodiversiteetin säilyttäminen on ollut tärkeimpiä viherkattorakentamisen tavoitteita. Biodiversiteetin seuranta on yhä useammin nousemassa lämpö- ja kosteuskysymysten rinnalle sekä eurooppalaisessa että pohjoisamerikkalaisessa viherkattotutkimuksessa. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 43-53)



31. Lintu pesii viherkatolla Washingtonissa.



32. Joutomaan kasvillisuutta katolla.



33.

4.2 Hulevedet

4.2.1 Hulevedet ja kaupunkirakenteen tiivistäminen

Hulevesi tarkoittaa sade- ja sulamisvettä, joka muodostuu rakennetuilla alueilla pintavaluntaa. (Tornivaara-Ruikka 2006, s. 30) Nämä katoilta, pihoilta ja kaduilta valuvat vedet sekä perustusten kuivatusvedet johdetaan rakennetulta alueelta joko sopivaan maastonkohtaan maahan imeytettäväksi, suoraan vesistöön tai sadevesiviemäriin. (Salovaara 2008, s. 77) Hulevesimäärien ja virtaamahuippujen kasvu aiheuttavat ongelmia ympäristöön, kuten tulvimista, eroosioita ja sadevesiviemäreiden mitoitusongelmia. Hulevesi on yksi merkittävimmistä hajakuormituksen lähteistä muun muassa orgaanisen aineksen, ravinteiden ja raskasmetallien osalta. Päästöt vaikuttavat vesistön biologiseen tilaan ja siten kasvi- ja eläinlajiston monimuotoisuuteen. (Vakkilainen, Kotola & Nurminen 2005, s. 15; Tornivaara-Ruikka 2006, s. 6)

Kaupunkien täydennysrakentamisen myötä päällystetty maa-ala korvaa vettä läpäisevää pintaa, jolloin hulevedet eivät imeydy maahan. Vesistöihin kohdistuu enemmän kuormitusta, kun vesi valuu nopeasti katujen asfalttipinnoilta ja talojen katoilta sadevesiviemäriihin ja kaupunkivesistöihin. Asfaltoidulta ja viemäroidyltä kerrostaloalueelta voi valua lähipuroihin jopa puolet sadevesimäärästä, kun metsäisellä alueella vastaava osuus on vain 5-10 %. (Salovaara 2008, s. 78)

Kaupungistuminen heikentää pintavesien laatua, ja yleensä hulevesi on sitä likaisempaa, mitä tehokkaammin alue on rakennettu. Kaupungeissa on monia päästölähteitä, mutta vain vähän luonnollisia, vettä puhdistavia elementtejä. Hulevesien mukana vesistöihin huuhtoutuu laskeumasta ja liikenteestä johtuvia epäpuhtauksia. Kaupunkialueilla vesistöön kulkeutuu muun muassa roskia, kiintoaineita, ravinteita ja kemikaaleja. Teollisuusalueilla sadevesiviemärit on useimmiten johdettu suoraan lähipuroihin, jolloin pihoilla säilytettävät vaaralliset aineet huuhtoutuvat helposti lähivesiin. (Vakkilainen ym. 2005, s. 8; Salovaara 2008, s. 78)

Kaupungistuminen vaikuttaa myös sadantaan. Suurten kaupunkien sademäärien on havaittu olevan keskimäärin 10 % suurempia kuin ympäröivällä maaseudulla. Samaten veden haihdunta vähenee rakennetulla alueella, mikä merkitsee edelleen kokonaisvalunnan lisääntymistä. Myös ilmastomuutoksen arvellaan lisäävän sadantaa ja siten rannikko-, joki- ja hulevesitulvien vaaraa. (Vakkilainen ym. 2005, s. 8; Jormola 2008, s. 40, 43)

4.2.2 Hulevesien käsittely

Perinteisesti hulevedet on koottu ojiin ja sadevesiviemäriin ja johdettu mahdollisimman nopeasti pois rakennetulta alueelta. Ympäröivän luonnon kannalta olisi parempi kontrolloida hulevesien määrää ja laatua ja siten ehkäistä hulevesistä johtuvia haittoja. Näin voidaan tehdä muun muassa minimoimalla



34. Kaupunkiympäristön kasvillisuus auttaa hulevesien hallinnassa.

pinnat, imeyttämällä hulevedet maaperään ja jakamalla pintavalunnan pitkälle ajanjaksolle. Epäpuhtauksia voidaan vähentää hulevesistä suodattamalla ja kasvillisuuden avulla. (Törnivaara-Ruikka 2006, s. 10) Hydrologiset tekijät huomioivalla kaupunkisuunnittelulla voidaan ehkäistä hulevesiongelmia ennalta. Luonnonmukaiset vesiolosuhteet pyritään säilyttämään ja rakentaminen kohdennetaan alueille, joilla hydrologiset vaikutukset ovat vähäisimpiä. (Vakkilainen ym. 2005, s. 11)

Luonnonmukaisessa hulevedenkäsittelyssä käytetään hyväksi luonnon omia prosesseja, joissa hulevesi pääsee kosketuksiin maan, ilman, kasvillisuuden ja mikro-organismien kanssa. Nämä luonnonmukaiset menetelmät voidaan jakaa huleveden johtamis-, imeyttämis- ja viivyttämismenetelmiin sekä kosteikkokäsittelyyn. Niiden tavoitteena on parantaa huleveden laatua, jotta se olisi vesistöihin päätyessään mahdollisimman samankaltaista kuin luonnon vesi. Viivyttämällä ja varastoimalla voidaan pienentää huleveden virtaamahuippuja, ja imeyttämällä hulevettä maahan voidaan pienentää suoraan vesistöihin joutuvan veden määrää. Luonnonmukaisilla menetelmillä pidetään yllä pohja- ja pintavesivarastoja sekä maan kosteustasapainoa. Samalla voidaan luoda ekologisempaa ja viihtyisämpää asuinympäristöä, kun tuodaan vesi näkyville kaupunkiympäristöön. (Vakkilainen ym. 2005, s. 65)

Hule- ja kuivatusvesien hallinnan osapuolina ovat kiinteistöt, kunta ja osin myös valtio sekä vesihuoltolaitos. Hulevesien johtamiseen

ja hallinnointiin liittyvä lainsäädäntö on vielä hajanaista, vaikka eri kuntiin on muodostunut toimivia, hieman toisistaan poikkeavia käytäntöjä. Ympäristöministeriön raportissa (Vakkilainen ym. 2005, s.10-11) todetaan, että tulevaisuudessa hulevesien hallinta tulisi suunnitella asemakaavoitukseen kytkettynä kokonaisjärjestelmänä.

Tampereen ympäristön tilasta kertovan raportin mukaan hulevesien aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää hyödyntämällä huleveden puhdistuksessa kasvillisuutta, kuten kosteikkoja ja ojien reunojen leveämpiä kasvillisuusvyöhykkeitä. Hulevesiä tulisi imeyttää maahan mahdollisuuksien mukaan, mutta esimerkiksi Tampereen kantakaupungin alueella tämä on ongelmallista. Kiinteistöjen hulevedet pyritään imeyttämään pääosin jo saman kiinteistön alueella. Toissijaisesti ne voidaan johtaa avo-ojiin tai sadevesiviemäriin. Sadevesiviemäreiden muodostama hulevesiverkosto on suhteellisen kattava Tampereen keskustaluodeella, mutta keskustan ulkopuolella se jää hyvin hajanaiseksi. Hulevesien lisääntyessä on ilmennyt hulevesiverkoston laajentamistarpeita, mutta ongelmakohteet ovat tähän asti olleet yksittäisiä. Tampereen uusimmissa asemakaavoissa hulevedet on huomioitu suunnittelussa alusta saakka. (Salovaara 2008, s. 78) Näin on tehty muun muassa Vuoreksen alueella, jossa hulevesien johtamiseen ja käsittelyyn on varattu olemassa olevia kosteikkoja, painanteita ja ojia (Vuores, vesihuolto).

4.2.3 Viherkatto hulevesien käsittelyssä

Viherkatto auttaa hulevesien hallinnassa sekä viivyttämällä veden kulkua viemäriin että parantamalla vesistöön kulkeutuvan huleveden laatua. Viherkattoja on maailmalla tutkittu laajasti juuri hulevesien hallinnan osalta. Katot muodostavat merkittävän osan kaupunkien vettä läpäisemättömistä pinnoista, joten kattokasvillisuuden hyödyntäminen on varteenotettava keino hulevesien käsittelyssä. Parhaiten viherkatot sopivat tiiviiseen kaupunkirakenteeseen täydentämään muita hulevesihallinnan keinoja. Tehokkain hyöty kattokasvillisuudesta saadaan, kun sitä asennetaan laajamittaisesti olemassa oleviin rakennuksiin sekä teollisuus- ja varastoalueiden laajoille kattopinnoille. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 55, 60)

Luonnonmukaiseen hulevedenkäsittelyyn liittyy veden imeyttäminen, joka on yksinkertaisinta toteuttaa johtamalla vesi nurmikon peittämälle pinnalle. Vesi virtaa hiljalleen loivasti kaltevan kasvipinnan yli ja imeytyy lopulta maaperään. Veden laatu parantuu, kun siitä pidättyä kiintoainetta kasveihin ja maaperän mikrobit puhdistavat hulevettä. Viherkaton avulla katolle satava vesi voidaan imeyttää heti, eikä myöhempää käsittelyä kuten johtamista maan viherpinnoille tarvita. Viherkatot soveltuvatkin hyvin tiiviisti rakennetuille alueille, joilla huleveden käsittely maanpinnalla ei ole mahdollista. (Vakkilainen ym. 2005, s. 67)

Viherkatot pystyvät pidättämään sadevettä usealla tavalla. Sadevesi voi imeytyä suoraan katon maakerroksen huokosiin tai sitä voidaan varastoida katon salaojakerrokseen. Kasvit voivat varastoida vettä kasvisolukkoon tai haihduttaa takaisin ilmakehään. Viivyttämällä sadevettä viherkatto toimii puskurina, joka tasoi sateen virtaamahuippuja. Viherkaton vedenpidättämiskapasiteetti riippuu muun muassa vuodenajasta, kasvukerroksen paksuudesta ja kosteudesta, käytetyistä kasvilajeista, rakennekerrosten määrästä, kattokulmasta ja sateen voimakkuudesta. Esimerkiksi tasainen viherkatto pidättää sadevettä parhaiten maakerroksen ollessa kuiva, ja paksut viherkatot toimivat ohuempia ekstensiivisiä kattoja tehokkaammin. Olosuhteiden vaihdellessa tutkimustuloksia ei voida yleistää kaikkialle. Useimmat tutkimukset kuitenkin osoittavat, että viherkatto voi vähentää hulevesiä vuosittain 40:stä 60 prosenttiin, joissain tapauksissa jopa 80 %. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 57-60; Weiler & Scholz-Barth 2009, s. 33)

Tonteilla ja viher- ja katualueilla tarvitaan riittävästi tilaa valumavesien käsittelemiseen, mikä on ongelmallista etenkin tiiviissä kaupunkirakenteessa. Haasteena on saada aikaan samalla sekä toimiva hulevesijärjestelmä että miellyttävää kaupunkiympäristöä. Kaupunkilaiset eivät välttämättä koe seisovaa sade- ja sulamisvettä miellyttävänä, joten veden väliaikaiseen viivyttämiseen ja imeyttämiseen on kehitetty vaihtoehtoisia suunnitteluperiaatteita, joihin kuuluvat myös viherkatot. Hulevesien imeytysalueet voidaan myös maisemoida ja hulevesiä voidaan hyödyntää suunnittelemalla kaupunkikeskuksiin ja asuinalueille vesiaihei-

ta. Näin voidaan saada aikaan kiinnostavaa ja ekologisesti monimuotoista kaupunkiympäristöä. (Jormola 2008, s. 44)

Viherkattoihin liittyy ongelmia ravinteiden osalta. Vaikka viherkatot yleensä parantavat huleveden laatua, joissain tapauksissa katon maakerroksen mineraalit tai kasveihin käytetyt lannoitteet saattavat kulkeutua katolta sadeveden mukana (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 60). Liitettäessä viherkattoja hulevesijärjestelmiin täytyy valvoa, etteivät ravinteet valu katolta vesistöön. Kattojen vähäisen määrän takia vaikutus ravinnekertymiin ei ole kovin merkittävä, mutta tilanne saattaa muuttua, jos katot yleistyvät ja niitä lannoitetaan voimakkaasti. (Emilsson 2005, s. 26)

Pohjoismaissa viherkatot liitetään monesti hulevesien luonnonmukaisiin käsittelymenetelmiin. Näin myös Ruotsissa, vaikkakaan kattoja ei ole vielä kovin laajalti hyödynnetty. (Emilsson 2005, s. 26) Viherkatot on mainittu eräissä suomalaisissakin hulevesiä käsittelevissä artikkeleissa ja ohjeistuksissa, mutta kattojen toteutus ei ole ollut kovin laajamittaista. Sen sijaan muualla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa viherkattojen edut kaupunkivesien hallinnassa on havaittu ja niitä on usein liitetty laajempiin hulevesisuunnitelmiin.



35. Kasvipeitteinen kattopinta pidättää sadevettä.

4.3 Kaupunki-ilmast

4.3.1 Kaupunkien lämpösaarekilmä

Kaupungin ilmasto-olot poikkeavat yleisesti maaseudun ilmastosta, ja erot ovat sitä suurempia, mitä tiiviimpi ja laajempi kaupunki on. Kaupunki-ilma on yleisesti epäpuhtaampaa ja

lämpimämpää kuin maaseudulla. Kaupunki-alueella on yleensä vähemmän pakkaspäiviä ja siten pidempi kasvukausi. Tuulennopeus on keskimäärin pienempi rakennusten suojaavan vaikutuksen takia, mutta rakennukset ja katukuilut aiheuttavat myös pyörteitä ja epätasaisia tuulioloja. Myös valaistusolot poikkeavat haja-asutusalueen ympäristöstä: suoraa auringonvaloa on vähemmän ja keinovaloa enemmän. (Grant et al. 2003, s. 20)

Tiiviiseen kaupunkiympäristöön liittyy lämpösaarekeilmiö, joka muodostuu, kun kivi- ja asfalttirakentaminen kattaa keskusta-alueen. Rakennusten ja katujen tummat pinnat varastoivat auringon lämpöä päivällä ja luovuttavat sitä ympäristöönsä yöllä. Rakentamisen myötä vähentynyt kasvillisuus ei viilennä ympäristöä tarpeeksi. Lämpösaarekkeiden syntymiseen vaikuttavat myös rakennusten lämmöntuotto, liikenne sekä rakennuksista johtuva tuulen suojaus. Keskilämpötila voi olla kaupungissa useita asteita korkeampi kuin ympäröivällä maaseudulla, mikä voi johtaa myös savusumun kehittymiseen. Ilmastomuutoksen myötä lämpötilat nousevat, jolloin myös lämpösaarekeilmiö voimistuu varsinkin kesäisin. Lämpösaarekeilmiö on voimakkaimmillaan laajoissa kaupunkikeskittymissä, ja eteläisissä kaupungeissa lämpötilat voivat jo nyt nousta sietämättömiksi. Voimakas lämpösaarekeilmiö voi tehdä kaupunkiympäristöstä epämiellyttävän paikan asukkaille, ennen kaikkea vanhuk- sille ja jo valmiiksi terveysongelmista kärsiville. Lämpötilan myötä ilmastointitarve ja siten energiankulutus kasvavat. (Grant et al. 2003, s. 20; Dunnnett & Kingsbury 2008, s. 63; Living roofs and walls, s. 18-19)

Rakennuksiin yhdistetty kasvillisuus voi luoda miellyttävämpää kaupunki-ilmastoa niin yksittäisen rakennuksen tasolla kuin koko kaupungin mittakaavassa. Kattopinnat ovat usein kuumimpia paikkoja kaupungeissa. Eri kattojen välillä on suuria eroja: perinteiset kattomateriaalit voivat olla lähes 30 °C kasvipeitteistä kattopintaa kuumempia. Lämpösaarekeilmiötä on torjuttu muun muassa käyttämällä heijastavampia kattomateriaaleja, jolloin lämpösaateily ei pääse lämmittämään kattopintaa. Tätä tehokkaampaan tulokseen päästään viherkatoil- la, joiden viilentävä vaikutus on muita kattoja laajamittaisempaa. Vaikka viherkatot eivät hei- jasta auringon säteilyä yhtä tehokkaasti kuin

vaaleat katot, ne ovat kuitenkin heijastavampia kuin perinteiset rakennusmateriaalit. Kasvilli- suus myös varjostaa ympäristöään. Samaten viherkattojen etuna on veden haihtuminen, joka on kasvien jäähdytysmekanismi. Vettä haihtuu sekä osana kasvien elintoimintoja että suoraan maaperästä ja kasvipinnoilta. Haih- dunta vaatii energiaa, mikä viilentää ympäris- tää. Samalla haihdunta lisää ilman kosteutta ja parantaa siten yleensä epämiellyttävän kuivaa kaupunki-ilmaa. Kastelujärjestelmän asenta- minen viherkatolle tehostaa viilennysvaikutus- ta, mutta sotii samalla monia muita ekologis- ta tavoitteita vastaan. (Grant 2003, s. 20-21; Dunnnett & Kingsbury 2008, s. 63-67; Luckett 2009, s. 138; Living roofs and walls, s. 18-19)

Laajamittainen viherkattojen käyttö voi alen- taa kaupungin lämpötilaa muutamilla asteilla varsinkin kuumina kesäpäivinä, jolloin myös ilmastointia tarvitaan hieman vähemmän. Koska kaikkialle ei voida asentaa viherkattoja, niitä voitaisiin käyttää lämpösaarekeilmiön tor- junnassa muiden keinojen lisänä. Paras hyöty kaupunkien kasvillisuudesta saavutetaan, jos kaupunkiympäristössä on laajempien puisto- alueiden lisäksi tasaisesti sijoittuneita yksittäis- iä puutarhoja, taskupuistoja, katuvihreää sekä viherkattoja. (Dunnnett & Kingsbury s. 63-67; Living roofs and walls, s. 18-19)

Suomen oloissa lämpimämpää kaupunki-il- mastoa voidaan pitää jopa tavoiteltavana. Tampereen kantakaupungin ympäristö- ja maisemaselvityksen (2008, s. 31) mukaan korke- ampi lämpötila lisää kaupungin miellyttävyyttä ja vähentää lämmityskustannuksia. Hallariski pienentyy, jolloin myös kylmälle arat kasvilajit selviävät alueella. Pienessä kaupungissa kuten Tampereella lämpösaarekeilmiö on verraten vähäinen. Tampereella ilmiö on suurimmil- laan kylminä, tyyninä talviöinä: talvella 2007 tehtyjen mittausten mukaan keskustassa oli enimmillään 10 astetta lämpimämpää kuin Pirkkalan lentokentällä. Tampereen lämpösa- arekkeeseen vaikuttaa myös kaupungin sijainti kahden järven välissä kapealla kannaksella. Kaupungin väkiluku on kuitenkin niin pieni, ettei voimakasta lämpösaareketta synny. Osin lämpösaarekeilmiön vaikutuksesta Tampereen kaupunkimetsissä kasvaa eteläisiä lajeja, kuten tammia. Lisäksi eräät lintulajit, kuten naakat, hakeutuvat talvisin kaupunkiin yöpymään. (Ranta & Rahkonen 2008, s. 24-25)

4.3.2 Ilmanlaatu

Liikenteen, teollisuuden ja asumisen päästöt heikentävät kaupunkien ilmanlaatua, ja kaupunkirakenteen tiivistäminen tuo asumisen yhä lähemmäksi melu- ja päästölähteitä. Epäpuhtas kaupunki-ilma aiheuttaa terveysongelmia, vähentää ympäristön viihtyisyyttä sekä vahingoittaa rakennusmateriaaleja. Ilmanlaatuksymykset ovat Tampereellakin esillä varsinkin keväisin katupölyn myötä. Tampereen keskustan ilmanlaatu on ollut viime vuosina useimmiten tyydyttävä, mutta joinakin talven pakkaspäivinä sekä keväisin ilmanlaatu heikenee paikoin erittäin huonoksi, talvisin inversion vuoksi ja keväällä korkeiden hiukkaspitoisuuksien takia. Inversiotilanteessa lähellä maanpintaa oleva kylmä ilma jää ylemmän lämpimän ilmamassan alle, jolloin ilmakerrokset ja päästöt eivät sekoitu. (Salovaara 2008, s. 50-51)

Kaupunkiympäristön kasvillisuus parantaa ilmanlaatua suodattamalla ilmasta päästöhiukkasia ja absorboimalla kaasumaisia epäpuhtauksia. Nämä hyödyt yhdistetään yleensä isoihin puihin ja laajempiin kasvillisuusalueisiin, kun taas viherkattojen suoraa vaikutusta ilmanlaatuun on tutkittu vähemmän. Viherkattojen merkitys ilmanlaadun parantamisessa saattaakin liittyä lähinnä niiden kykyyn viilentää ilmaa ja siten vähentää muun muassa savusumun esiintymistä. (Grant 2003, s. 19-20; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 62-63)

Laajamittaisesta kattokasvillisuudesta on enemmän hyötyä kuin yksittäisistä erillään sijaitsevista kattopinnoista. Myös kasvillisuuden tyypillä on merkitystä: matalan maksaruohokentän vaikutus kaupunki-ilmaan on erilainen kuin rehevämällä kattopuutarhalla. Kasvillisuuden kyky suodattaa ilmassa olevia hiukkasia riippuu myös sääoloista, epäpuhtauksien laadusta sekä paikallisesta topografiasta. (Grant 2003 s. 19-20; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 62-63)

Kattokasvillisuuden käyttöä hiilidioksidin talteenotossa on esitetty, mutta konkreettisia tutkimustuloksia on vasta vähän. Kasvit käyttävät ilman hiilidioksidia yhteyttämiseen, mutta viherkatoilla yhteyttämisen määrä jää usein melko vähäiseksi. Kattokasvillisuus koostuu usein pitkäaikaiseen kuivuuteen sopeutuneista lajeista kuten maksaruohoista, jotka veden



36. Kaupungin savusumua.

säästämiseksi estävät liiallista haihtumista ja jotka voivat varastoida suhteellisen vähän hiilidioksidia. (Dunnett & Kingsbury s. 62-63; Luckett 2009, s.140)

4.3.3 Melu

Melu on kansainvälisesti merkittävä elinympäristön laatua heikentävä ympäristöongelma, joka aiheuttaa terveyshaittoja ja vähentää viihtyisyyttä. Eniten ympäristömelulle altistutaan suurimmilla kaupunkiseuduilla. Ylivoimaisesti suurin melulähde on tieliikenne. Suomessa melualueilla asuvia on vähemmän kuin Keski-Euroopassa, mutta yhtä paljon kuin Pohjoismaissa keskimäärin. (Meluntorjunnan valtakunnalliset linjaukset ja toimintaohjelma 2004)

Kaupungin kovat pinnat heijastavat melua takaisin ympäristöönsä. Viherkatot sen sijaan voivat vaimentaa melua sekä kasvillisuutensa että multakerroksensa avulla. Kasvillisuus vaimentaa yleensä korkeampia ääniä ja maakerros matalia. Kapeat kasvillisuusvyöhykkeet eivät pelkästään riitä torjumaan melua, mutta katon maakerros on toimiva äänieriste. Viherkatto voi tavalliseen kattoon verrattuna vähentää rakennukseen kulkeutuvaa melua 8 dB tai enemmänkin – 20 cm:n paksuisen viherkaton kasvukerroksen on väitetty vaimentavan melua jopa 50 dB, mutta tieteellistä tutkimusta aiheesta on vielä vähän. Viherkatto vaimentaa melua sitä enemmän, mitä paksumpi kasvukerros on. Meluisten valtateiden ja lentokenttien läheisyyteen asennettujen viherkattojen taustalla ovat usein olleet niiden akustiset ominaisuudet. (Grant et al. 2003, s. 24; Dunnett & Kingsbury 2008, s. 67)

5 Käyttö ja arkkitehtuuri

5.1 Viherkaton käyttö

5.1.1 Osana asumista

Suomessa elää myytti metsäsuomalaisesta, joka kerrostalossa asuessaan haaveilee maapalasta ja pakenee heti tilaisuuden tullen kesämökilleen. Asumistoiveet ja arjen realiteetit eivät kohtaa, kun omakotitalo ja kaupunkiasuminen eivät ole mahdollista samanaikaisesti. Ulkotilojen liittäminen kaupunkiasumiseen onkin noussut kiinnostavaksi aiheeksi asunosuunnittelussa.

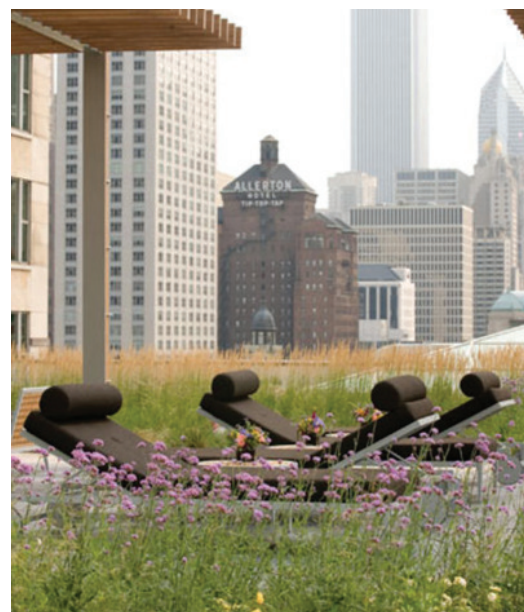
Luonnonläheinen arkkitehtuuri ja kaupunkisuunnittelu periytyvät jo Ebenezer Howardin puutarhakaupunkiajattelusta, joka oli vastaus aikansa modernisaatio- ja teollistumiskyrmyksille. Luonto haluttiin tuoda lähelle ihmistä, joka oli joutunut siitä eroon kaupunkiin muutettuaan. Asuinrakentamisen sijoittaminen luontoon on ollut suomalainen ihanne ainakin 1930-luvulta lähtien, myös kaupungeissa (Heller & Rista 1987, s. 33-34). Rakentamisen suhde luontoon oli muun muassa funktionalististen asunto- ja kaavoitusratkaisuiden keskeinen tutkimuskohde. Suunnittelussa painotettiin luonnonläheisyyttä, valoisuutta ja terveellisyttä. Aikanaan syntyi pohjoismaisen lähiön suomalainen muunnelma, metsäkaupunki, ja sen kuuluisin esimerkki Tapiola. Luonnonläheisiin suunnitteluihanteisiin on vaikuttanut myös ajatus kaupungista kivierämaana ja arveuttavien elämäntapojen keskittymänä, jolle on vaihtoehtona terveellinen elämä luonnon helmassa ja puutarhanhoidon parissa. Vihersormista muodostuvalla viheraluerakenteella on pyritty tarjoamaan kaupunkilaisille luonnonelämyksiä. Taustalla on ajatus luonnon keskellä asumisesta. Mannisen ym. (2009) mukaan tämä skandinaavinen ideaali asuinlähiöstä metsässä on edelleen voimissaan, vaikka todellisuudessa esikaupunkien ympäristö ei jäsentymättömänä ja identiteettiä vailla lainkaan vastaa ihannetta.

Tiiviissä kaupungissa luonnonläheisyys ei toteudu ainakaan enemmistön asumistoiveiden mukaisesti. Asfalttipintaisia sisäpihoja voidaan uudistaa viihtyisimmiksi kasvillisuudella ja toimintojen uudelleenjärjestämisellä. Poistamalla yksittäiset pysäköintipaikat ja turhat raja-aidat

saataisiin aikaan avaria ja käyttökelpoisia pihoja korttelin asukkaille. Kokonaan uusia luonto- ja piha-alueita ei ole kuitenkaan yleensä mahdollista avata maantasossa täyteen rakennettuihin kaupunkikeskustoihin. Hyödyntämällä käyttämätöntä kattopintaa ja asentamalla katolle kasvillisuutta saadaan käyttöön uusia vihreitä pihoja.

Asuntoon liittyvät ulkotilat ovat sisätilojen tärkeä jatke. Huoneiston parveke ja asuntopiha ovat luonteeltaan yksityisiä, asuntoryhmien sisääntulo- ja yhteispihat ovat julkisempia. Ulkotilat liittyvät kiinteästi pientaloasumiseen, ja asunnon ulkotiloihin liittyvät toiveet ovatkin osaltaan ohjanneet pientalomaiseen rakentamiseen. Kerrostaloasuntoihin voidaan liittää yksityisiä ulkotiloja yhteispihojen lisäksi avaamalla maantasokerroksen asunnoille omia pihoja, hyödyntämällä kattokerrosta sekä käyttämällä erilaisia terassointiratkaisuja. (Kahri & Pyykönen 1994, s. 217-218)

Viherkattoa voidaan käyttää asuntojen pihamaana ja kattoterassina. Kattohuoneistot voivat avautua suoraan viherkatolle, jolloin syntyy laajojakin yksityispihoja. Tällaisen ulkotilan viihtyisyysarvo on huomattavasti merkittä-



37. Asukkaiden oleskelutila chicagolaisella katolla.

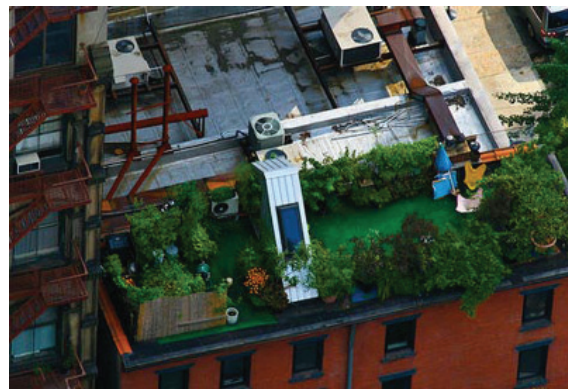
vämpi kuin asunnon pienen parvekkeen. Oleskeluun tarkoitettut alueet voidaan tietenkin rakentaa vain tasaiselle kattopinnalle. Myös pientalojen kattopintoja voidaan hyödyntää: kattoterassit ovat vanhastaan kuuluneet myös pientalorakentamiseen, ja parhaimmillaan niillä saadaan luotua kiinnostavia ja viihtyisiä ulkotiloja asuntojen yhteyteen. Yleensä pientaloihin liittyy jo valmiiksi riittävästi piha-alueita, jolloin tarve katon hyödyntämiseen ei yhtä suuri kuin kerrostaloalueilla.

Viherkatolla sijaitseviin asutopihoihin liittyy samoja piirteitä kuin muuhunkin piharakentamiseen. Yksityisimmät pihat edellyttävät suojaa naapureiden katseilta, mutta toisaalta pihoista olisi hyvä olla riittävä näköyhteys yhteisiin piha- ja katutiloihin. Välittävänä vyöhykkeenä ovat yleensä puoliyksityiset alueet kuten sisäänkäyntipihat. Puolijulkiset pihat ja leikkipaikat ovat puolestaan edellisiä väljempiä ja puoliavoimia. Suurehkojen asuinrakennusten pihat voidaan jäsenellä toisaalta luonnonläheisiksi ja toisaalta kaupunkimaisiksi. (Kahri & Pyykönen 1994, s. 329)

5.1.2 Kaupunkilaisten virkistysalue

Luonto on monelle rauhoittava, palauttava ja rentouttava paikka. Luonnonympäristössä ihmiset virkistyvät ja pääsevät stressiä pakoon. Kysyttäessä ihmisten mielipaikkoja nimeävät he usein erilaisia luontokohteita, joihin liittyy luonnonkauneutta sekä arkipäivästä irtautumista. Suosittuja ovat metsät, puistot, merenrannat ja erilaiset näköalapaikat. Nämä mielipaikat auttavat ihmisiä palautumaan ja ylläpitämään sisäistä tasapainoaan. (Aura, Horelli & Korpela 1997, s. 94-97) Tutkimusten mukaan (Ulrich 1983, teoksessa Aura ym. 1997) luontomaisema miellyttää ihmistä, jos näkymä ei ole liian monimutkainen tai yksinkertainen ja maisemassa on jokin rakenne ja kiintopiste. Miellyttävyyttä lisää, jos näkymällä on syvyyttä ja maiseman sisään voidaan astua. Maanpinnan tulee olla tasalaatuinen ja helposti kuljettava, eikä uhkatekijöitä saa olla näköpiirissä. Ihminen pitää maisemasta, joka peittyy osittain esimerkiksi polunmutkan taakse ja johon liittyy vettä tai kasvillisuutta.

Myös ikkunanäkymät luontoon ovat ihmisille tärkeitä. Jo pelkkä tietoisuus puiston läheisyy-



38. Yllä: Asunto avautuu viherkatolle.

39. Alla: Yksityinen piha keskellä kaupunkia.

destä lisää asukkaiden tyytyväisyyttä. Samoin työ- ja odotustilojen seinillä olevat luontokuvat vaikuttavat ihmisiin myönteisesti. Tutkimusten perusteella (esim. Ulrich 1991, teoksessa Aura ym. 1997, s. 98-99) voidaan päätellä, että lyhytkin luontokokemus voi vaikuttaa ihmiseen elvyttävästi. Luonnon positiivinen vaikutus saattaa näkyä suoraan terveydentilassa: eräässä tutkimuksessa (Ulrich 1994, Auran ym. 1997 mukaan) näkymä sairaalahuoneesta puistoon nopeutti potilaiden toipumista.

Viherkatto tuo palan luontoa sinne, missä valmista luonnonympäristöä on vähän. Oleskelu viherkatolla virkistää siinä missä muutkin viheralueet. Viherkatto voi olla jopa perinteistä kaupunkipuistoa rauhallisempi, sillä kaupunkien keskustoissa viherkaton ympäristössä saatetaan olla katutasoa vähemmän melua ja saasteita (Johnston, Jacklyn & Newton, John 2004, s. 47). Suojaisa kattotaso voikin olla kaupunkilaisten suojaisa keidas ja virkistyspaikka. Myös saavuttamattomissa olevalle viherkattopinnalle voidaan avata näkymiä ikkunasta, jolloin vaikutus on aivan toinen kuin perinteistä bitumikattomaisemaa katsellessa.



40. Kaupunkilaiset viihtyvät viherkatolla. Rembrandt Plein, Amsterdam.

Viherkatolle voidaan sijoittaa monenlaista toimintaa. Katolla voi olla asukkaiden yhteispiha, taloyhtiön virkistyspaikka, lasten leikkikenttä, lasitettu viherhuone, työpaikkakahvio tai työntekijöiden taukopaikka. Katoille on sijoitettu niin golfkenttiä kuin tieteellistä tutkimustakin. Oleskeluosa ja viherosa on usein erotettu toisistaan (Toimivat katot 2007, s. 18-19). Kun kattopintaa käytetään oleskeluun, se tulee varustaa asianmukaisilla suojakaiteilla. Oleskeluun tarkoitettulla katolla käytetään monesti tilaa rajaavaa suurikokoista kasvillisuutta, joka vaatii riittävän syvän kasvualustan. (RT 85-10709 1999)

Jos viherkatto osoitetaan asukkaiden yhteiskäyttöön tai rakennuksen ulkopuolisille käyttäjille, on huomioitava toiminnan vaikutus talon asukkaiden elämään. Käyttäjät saattavat aiheuttaa melua tai muuta häiriötä, jolloin asukkaat saattavat kokea ulkopuolisten pääsyn katolle häiritseväenä ja siten suhtautua yleistiiloihin kielteisesti. Avaamalla kattopinta yleisemmälle toiminnalle voidaan kuitenkin luoda uusia vaihtoehtoja kaupunkilaisten virkistys- ja harrastuspaikoiksi ja siten rikastaa kaupunkielämää. Kattotason osoittaminen yleiseen käyttöön vaikuttaa myös esteettömyysratkaisuihin.



41. Maalaiselämää kaupungissa?

5.1.3 Kaupunkiviljely

Kiinnostus ruoan laatua, tuotantotapoja ja alkuperää kohtaan on kasvanut eri puolilla maailmaa. Kaukana tuotetun ruoan kuljetusmatkat ovat pitkiä, jolloin syntyy päästöjä ja kuluu energiaa. Samalla ruoan tuoreus ja ravintoarvot kärsivät. Lähiruoka on kuitenkin edelleen poikkeus kaupan hyllyllä. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 82-84)

Kaupunkiviljely on kaupungin sisällä tapahtuvaa viljelykasvien kasvatusta niin pienillä puutarhapalstoilla kuin laajemminkin viljelyalueilla. Ruoan kasvattamiseen kaupunkiympäristössä voidaan hyödyntää sekä maantason, rakennusten katto- ja seinäpintojen että terrassien vapaata tilaa. Kun ruoan tuotanto, käsittely ja jakelu tapahtuvat kaupungissa asuinalueen sisällä, kuljetusmatkat lyhenevät. Lyhyemmän kuljetusmatkan ansiosta lähiruoka on tuoreempaa ja sen alkuperä on helppo jäljittää. Kaupunkilaiset voivat itse kasvattaa ruokaa puutarhapalstoilla tai yhteistiloilla. Naapurustojen yhteisöllisyys vahvistuu, kun asukkaat osallistuvat yhteiseen kasvimaan hoitoon. Kaikkea ruokaa ei toki voida tilanpuutteen ja ilmaston takia tuottaa kaupunkirajojen sisäpuolella: arvioiden mukaan esimerkiksi Iso-Britanniassa noin neljäsosa ruoasta voitaisiin tuottaa paikallisesti, kun taas Kuuban ilmastossa jopa puolet ruoasta on lähellä tuotettua (Waldbaum 2008, s. 18-20, 33).

Eräissä maissa, kuten Venäjällä, Kolumbiassa ja Thaimaassa, kattoja ja terasseja on käytetty kaupunkiviljelyyn jo pitkään. Myös Kanadassa ja Yhdysvalloissa on esimerkkejä viljelytarkoitukseen rakennetuista viherkatoista, samoin kuin Saksassa, Itävallassa ja Sveitsissä. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 82-84; Waldbaum 2008, s. 32) Hyötykasvien viljely sopii paitsi kaupungin asukkaiden viherkatoille myös ravintoloihin, sairaaloihin tai muihin julkisiin rakennuksiin ruoanlaittoon tai terapia- ja opetuskäyttöön (Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 59-60). Kattoja



42. Yllä: Varastorakennuksen katto hyötykäytössä, Brooklyn, New York.



43. Alla: Viljelyä katolla San Franciscossa.



44. Rehevä kattoviljelmä Wienissä.

voidaan valjastaa myös kaupalliseen ruuan-tuotantoon (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 84). Kun puutarha sijaitsee katolla, se on myös maanta-soa paremmin suojassa ilkeivallalta (Scandinavian Green Roof).

Soveltuakseen viljelyyn viherkaton täytyy olla helposti saavutettavissa. Katon kasvukerrok-sen täytyy olla riittävän paksu, salojakerrok-sen toimiva ja kasvien on saatava riittävästi vettä. Parhaiten viljelykäyttöön sopivatkin intensiiviset viherkatot. (Waldbaum 2008, s. 4-6) Tuottoisin hyötykasvien viljely saavutetaan 30-45 cm paksulla kasvukerroksella sekä kas-telujärjestelmällä, jolloin täytyy huolehtia kat-torakenteiden kestävydestä. Erilaiset tekniset ratkaisut kuten kevyet materiaalit ja kattokas-vihuoneet laajentavat mahdollisuuksia entises-tään. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 82-84) Vihan-nesten, yrttien ja jopa pienikokoisten hedel-mäpuiden kasvatusta voi onnistua myös 25 cm:n paksuisessa multakerroksessa (Kolb & Schwarz 1999, s. 20-21). Monet yrtit soveltuvat kasvatet-tavaksi viherkatolla. Nekin vaativat yli 10 cm kasvukerroksen sekä kastelua alkuvaiheessa. Kunnolla juurtuneena useat yrttilajit kestävät kuivuutta hyvin. (Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 59-60). Viljelykasveja voidaan toki kasvattaa myös ruukuissa tavallisella kattoterassilla, mutta ne

eivät kuulu varsinaisesti viherkatteihin (Wald-baum 2008, s. 4-6).

Paikalliset olosuhteet määrittävät, mitä kasveja katolla voidaan viljellä. Monet hyötykasvit tarvitsevat suojaa tuulelta. Tiivis ja yhtenäinen kasvipeite säilyttää riittävän kosteuden kasvukerroksessa. Katolle kannattaa istuttaa erilaisten lajien yhdistelmiä, sillä liian yksipuolinen kasviva-likoima altistaa tuholaisille ja kasvitaudeille. Katolla voidaan viljellä erilaisia vihanneksia, hedelmiä ja yrttejä. Jos katolle istutetaan puita, ne voidaan joutua kiinnittämään alustaan ko-vien tuulien varalta. Orgaaninen jäte voidaan kompostoida ja käyttää paikallisesti viljelykas-vien kasvualustana. Kastelun on paras tapah-tua öisin, jolloin veden haihtuminen on vähäi-sintä. Kasteluun voidaan käyttää myös katoilta talteen kerättyä sadevettä sekä puhdistettua harmaata vettä rakennuksesta. (Waldbaum 2008, s. 40-41) Viljelyn yleensä vaatimat kastelu ja lan-noitteet voivat johtaa ylimääräisten ravinteiden huuhtoutumiseen sadeveden mukana. Riskiä voidaan pienentää käyttämällä kasteluun kier-rätettyä vettä. (Scandinavian Green Roof)

Uusille viljelyalueille on kaupungeissa tilausta. Perinteikkäät siirtolapuutarhat ovat saavutta-neet suuren suosion, eikä kaikille halukkaille



Vapaasti leviävää kattokasvillisuutta.
45. Musiikkikonservatorio, Sydney.
46. Kattopuutarha, New York.

Tarkan geometrisesti jäsennelty viherkatto.
47. Asuinrakennus, Amsterdam.
48. Metropysäkki, Lausanne.

välttämättä riitä maapalstoja. Monilla suomalaisilla paikkakunnilla ollaankin perustamassa uusia siirtolapuutarhoja, joissa kaupunkilaisilla on mahdollisuus harrastaa puutarhaviljelyä lähellä kotia. Siirtolapuutarhan tiivis rakenne ja alueille muodostunut sosiaalinen kanssakäyminen edistävät yhteisöllisyyttä, joka on kaupunkiympäristössä usein näkymättömissä. Kaupungissa sijaitsevat puutarhat ovat kestävä kehityksen mukainen tapa tuoda vapaa-ajan harrastustoiminta lähelle kotia. (Suomen Siirtolapuutarhaliitto ry) Tiiviissä kaupunkirakenteessa ei kuitenkaan aina ole tilaa uusille viljelypalstoille. Silloin katse voidaan nostaa ylös talojen katoille ja rakentaa viherkattoja siirtolapuutarhaperinnettä jatkamaan.

5.2 Viides julkisivu – viherkaton olemuksesta

5.2.1 Viherkatto ja ekoarkkitehtuuri

Ekologinen arkkitehtuuri ei ole tyyliä, vaikka trendikäs ja ajankohtainen ilmiö onkin. Nykyarkkitehtuuriin ekologiset seikat liittyvät jo itsestään selvinä. Rakentamisen todellisuus saattaa olla toinen, mutta ainakin arkkitehtuuripoliittisissa ohjelmanjulistuksissa, kilpailuohjelmien tavoitteissa ja ideatasolla ekologisuus

on nykyään oletusarvoisesti mukana. Rakentamisen historiassa alkukantaiset rakennelmat olivat lähtökohtaisesti ”ekologisia” (mm. Wines 2008): ne tehtiin lähialueen materiaaleista, koska muuta ei ollut saatavilla. Kaikki oli luonnossa hajoavaa ja kierrätettävissä, sillä teollisia materiaaleja ei ollut olemassa. Asumuksissa ei ollut hukkaneliöitä. Yksihuoneinen asunto lämpeni paitsi puulla myös ihmisten ja kotieläinten pakkautuessa samaan pieneen tilaan. Tämä kaikki tosin tapahtui olosuhteiden pakosta.

Ekoarkkitehtuuria voidaan tosin pitää haahanjohtavana käsitteenä. Pekka Hänninen (2008b ja c) kirjoittaa kestävästä rakentamisesta kahdessa artikkelissaan Arkkitehti-lehdessä ja toteaa, että ekologinen rakentaminen on kielienkäytössämme vakiintunut tarkoittamaan kestävästä rakentamisesta. Termiä kuitenkin käytetään väärässä yhteydessä, sillä ekologia on biologian käsite, joka tutkii lajien välisiä riippuvuussuhteita. Kestävä rakentaminen pyrkii tasapainoon ympäristön kanssa, jäljittelee luonnon mekanismeja ja huomioi samalla sosiaaliset ja kulttuuriset ulottuvuudet. Sille ei kuitenkaan ole laadittu virallisia yleisiä kriteereitä. Kestävässä rakentamisessa huomioidaan

paikalliset olosuhteet, eikä ratkaisuja voida kopioida muualta sellaisenaan. Koska ekologinen rakentaminen ja ekoarkkitehtuuri ovat kuitenkin yleisesti käytettyjä, lyhyitä termejä, käytetään niitä myös tässä yhteydessä kestävä kehityksen synonyyminä.

Vihreä on usein synonyymi kaikelle ekologiselle. Viherkatossa käsitteet kohtaavat: katto on sekä ekologinen että useimmiten kirjaimellisesti vihreä. Se paitsi osaltaan vähentää monia ympäristöhaittoja myös näyttää luonnonmukaiselta. Materiaalien ekologisuuden suhteen viherkatoissa on ongelmansa. Vaikka itse kasvillisuuskerros on hyvinkin luonnonmukainen ja voi lisäksi koostua paikallisista lajeista, vedeneristys- ja juurisuojaukskerrokset valmistetaan usein muovista ja muista uusiutumattomista materiaaleista. Materiaalien kierrätys tosin on mahdollista. Viherkattorakentamisessa hyödynnetään edistynyttä ympäristötekniikkaa ja sen yhteydessä tehdään jatkuvasti uutta tutkimusta.

Harri Hakaste (2008) käsittelee ekoarkkitehtuuria samaisessa Arkkitehti-lehden numerossa. Hakasten mukaan kestävä rakentaminen nähdään usein arkkitehtuurin muotokieltä kahlitsevana pakkona, kun tosiasiaissa ympäristötaavoitteet voidaan aivan hyvin yhdistää erilaisiin arkkitehtonisiin tulkintoihin ja rakennustekniisiin ratkaisuihin. Hakaste puhuu kestävä arkkitehtuurin kirjoista, joka ulottuu ”high-tech-älytaloista maanläheisempään luomuun”. Myös Hänninen (2008b) jakaa ekorakentajat kahteen koulukuntaan: neovihreisiin high tech -rakentajiin, jotka luottavat teknologian saavutuksiin sekä sammalenvihreisiin luomurakentajiin, jotka nojautuvat perinteeseen.

Samaten myös viherkatto voidaan suunnitella erilaisista esteettisistä lähtökohdista. Katto voi olla ilmeeltään mitä tahansa rönkyilevästä, luonnonmukaisesta ja runsaasta viherympäristöstä pelkistettyyn ja yksinkertaiseen pintaan. Viherkatto voi jatkaa rakennuksen arkkitehtonista linjaa tai olla siitä tarkoituksellisesti poikkeava elementti. Kattokasvillisuus voidaan suunnitella ja muotoilla yksityiskohtaisesti tai antaa kasvillisuuden levitä katolle itsestään.

Kasvillisuuden yhdistäminen rakennuksiin on vanha ilmiö, joka soveltuu mainiosti ny-

kyarkkitehtuuriin. Se korostaa rakennuksen luonnonmukaisuutta ja ekologista kestävyyttä, ja kuvastaa siten ajan henkeä. Katto- ja muuta kasvillisuutta onkin liitetty lukuisiin toteutuneisiin ja suunnittelun asteella oleviin nykyarkkitehtuurikohteisiin, joko ekologisista tai esteettisistä syistä. Kattokasvillisuutta on usein leimallisen ekologisissa rakennuksissa, joihin on samalla liitetty muitakin kestävä kehityksen mukaisia elementtejä kuten aurinkopaneeleja tai jäteveden puhdistamista. Yhä useammin viherkatto on pelkästään arkkitehtoninen elementti.

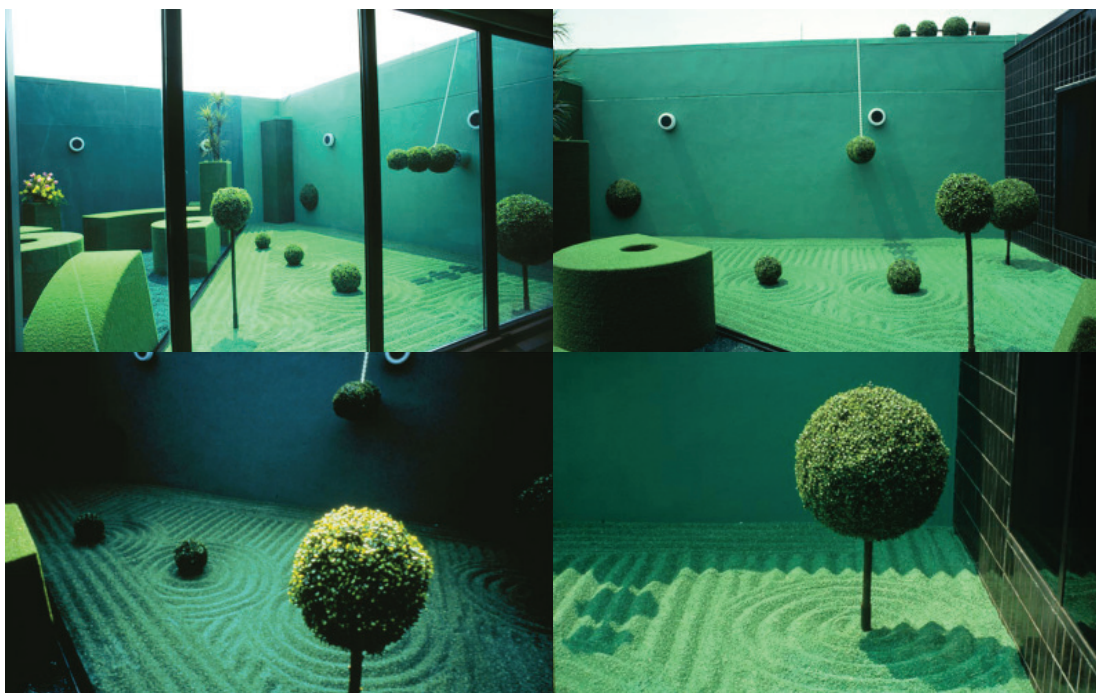
5.2.2 Rakennettu luonto

Ympäristön estetiikan tarkastelussa vallitsee kahtiajako luonnonympäristöön ja rakennettuun ympäristöön (mm. Haapala & Kunnaskari 2006, s. 9). Luonnonympäristöä on käsitelty lähinnä mahdollisimman koskemattomana ja rakennetusta maailmasta erillään olevana erämaana, jonka vastakohta on ihmisen rakentama kaupunkiympäristö. Jonnekin näiden välimaastoon sijoittuu kaupunkiluonto.

Käsitteet *kaupunkiluonto* tai *urbaani luonto* pitävät sisällään tietynlaisen ristiriidan. Vaikka puistot, joutomaat ja yksittäiset luonnonkohteet ovat aina kuuluneet kaupunkeihin, urbaanisuuden ja luonnon on katsottu sulkevan toisensa pois. Luonto on kuitenkin osa kaikkien urbaaneintakin ympäristöä. Kaupunkilaisilla on puutarhoja, asfaltin raossa kasvaa kukkia ja linnut pesivät talojen katoilla. (Haapala & Kunnaskari 2006, s. 9 -10)

Kaupungin viheralueet ovat enemmän tai vähemmän rakennettuja ja keinotekoisia, ehkä varsinaisia kaupunkimetsiä lukuun ottamatta. Ihmisen rakentamassa ympäristössä on säilynyt myös alkuperäistä luontoa, ja kaupungin ja luonnon rajapinnassa molempien alueiden piirteet ja lajistot sekoittuvat (Väre & Krisp 2005, s. 5). Kaupungissa saattaa kasvaa enemmän kasveja kuin vastaavan kokoisella alueella maaseudulla. Lisäksi kaupungeissa on sellaisia kasvupaikkoja, joita muualta ei löydy. (Ranta & Rahkonen 2008, s.114)

Myös viherkatto asettuu tähän erikoislaatuiseen ja ristiriitaiseen rakennetun ympäristön ja luonnon leikkauspisteeseen. Viherkatossa



49-52. Keinotekoinen luonto: muovikasveja kattopuutarhassa. *Splice Garden, Whitehead Institute, Cambridge, Martha Schwartz 1986.*

rakennettu ympäristö ja luonnonympäristö kohtaavat, kun luonnonelementit yhdistyvät suoraan rakennukseen nykytekniikan keinoin. Kasvillisuus pehmentää kovien ja täsmällisten rakennusmateriaalien ilmeen. Lopputulos voi olla joko hyvinkin säännelty osa rakennuksen arkkitehtuuria tai sitten osoitus luonnon kahlitsemattomuudesta. Rakennusmateriaalit ovat teollisia ja tekniikat nykyaikaisia, mutta lopputulos on silti aina luonnon leimaama kokonaisuus. Keinotekoinen luonto on luonnonympäristöä sekin. Kattokasvillisuus on osa kaupunkiluontoa ja viherkatto on eräänlainen ihmisen rakentama ekosysteemi, joka alkaa rakentamisen jälkeen elää omaa elämäänsä.

5.2.3 Viherkaton visuaalisia ominaisuuksia

Katot eivät ole yhtä näkyvä osa rakennusta kuin julkisivut: varsinkin tasakattoiset pinnat jäävät ohikulkijoilta piiloon. Kun viherkattoja sen sijaan katsellaan ylempää rakennuksista, on ero totuttuun kattomaisemaan suuri. Mustan bitumin ja soran sijaan näköpiirissä onkin monipuolista ja vehreää kattopintaa. Kasvillisuudella voidaan piilottaa katoilla sijaitsevat ilmastointi- ja muut laitteistot ja siten parantaa epämiellyttävää kattoympäristöä. Myös pysäköinti- ja liikenneympäristöä voidaan parantaa maisemoimalla rakenteita viherkatteiden avul-

la. Parhaimmillaan viherkatto yhdistää sisä- ja ulkotilan toisiinsa sekä visuaalisesti että toiminnallisesti. Etenkin kaupunkikeskustojen ulkopuolella viherkatto voi sulauttaa rakennuksen saumattomasti ympäröivään maisemaan.

Eri asia on, pitääkö kaupunkiympäristöön ylipäätään yhdistää luonnonelementtejä. Jotkut saattavat pitää luonnonalueita kaupunkiympäristöön sopimattomina ja jopa pelätä niitä. (Rohde & Kendle 1994; Barker 1997; teoksessa Grant s. 34) Kasvillisuuden liittäminen rakennuksiin saattaa tuntua epäilyttävältä eivätkä kaikki pidä viherkattojen ulkomuodosta. Jos pitää siististä ja pelkistetyistä nurmipinnasta, ei välttämättä halua rehevää kattopuutarhaa näköpiiriinsä. Viherkattojen suunnitteluvaiheessa on joskus esiintynyt ulkomuotoon liittyviä epäluuloja, mutta useimmiten epäilyt ovat hälvenneet kattojen valmistuttua. (Grant 2003, s. 34)

Katon käyttö ja näkyvyys vaikuttavat haluttuun estetiikkaan ja siten kasvivalintaan. Näky-mättömissä olevaan viherkattoon, jonne ei ole myöskään järjestetty pääsyä, valitaan useimmiten edullinen ja yksinkertainen kattorakenne. Tällöin kasvillisuuden visuaaliset ominaisuudet eivät ole tärkeitä. Jos viherkaton halutaan saada aikaan kaukaa erottuvia kasvikenttiä, yksinkertaiset yhden lajin peittämät alueet ovat



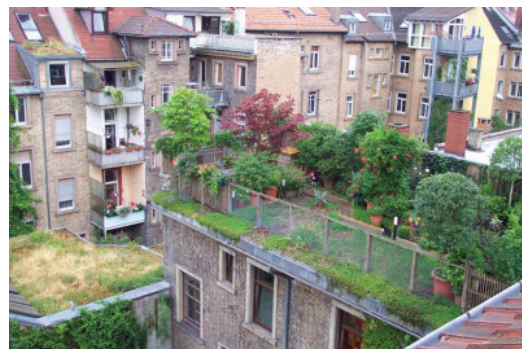
53. Viherkansi kätkee alleen valtatie.

tehokkaampia kuin pienimuotoinen ja vaihteleva kasvivalikoima. Tämä soveltuu viherkattoon, jota katsellaan kaukaa ja jonne ihmisillä ei ole pääsyä. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 138)

Kasvivalikoimaa vaihtelemalla voidaan saada aikaan kiinnostavaa viherkattoympäristöä etenkin viherkaton, jonne on järjestetty kulku. Sama pätee myös viherkattoon, jonne ei pääse, mutta jota voidaan tarkkailla lähietäisyydeltä esimerkiksi ikkunasta. Erilaiset tekstuurit ja erikorkuiset kasvit tuovat vaihtelua viherkaton ulkomuotoon. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 138) Esimerkiksi matala ja yhdenmukainen maksaruohomatto, pystysuuntaiset heinälajit ja pienikokoiset pensaat luovat hyvin erilaisen vaikutelman. Kiinnostavaa ympäristöä syntyy myös, jos asukkaat voivat itse viljellä kasveja samalla kattopinnalla eikä yhtenäistä kasvillisuussuunnitelmaa ole laadittu.

Vuodenaikojen vaihtelu vaikuttaa olennaisesti kasvien visuaalisuuteen (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 138). Ikivihreät kasvit kuten sammalet, jäkälät, varvut ja havupuut ovat talviajan väripilkkuja. Syksyllä ruska muuttaa viherkasvien ulkomuotoa, kun lehdet vaihtavat väriään. Yhdistämällä katolle eri aikaan kukkivia lajeja saadaan aikaan pitkäaikaisempi kukkaloisto.

Viherkaton rakentaminen uuteen tai vanhaan rakennukseen asettaa suunnittelulle erilaiset lähtökohdat. Kun viherkatto asennetaan jälkikäteen olemassa olevaan rakennukseen, voi ilmetä paitsi rakenteellisia myös esteettisiä ongelmia. Vanhan rakennuksen arkkitehtuuri voi asettaa viherkaton monenlaisia haasteita eikä kasvillisuuden yhdistäminen sovi kaikkiin rakennuksiin. Viherkatto voi olla mukana rakennussuunnittelussa jo alusta alkaen, jolloin niin rakenteelliset kuin esteettisetkin kysymykset voidaan helpommin huomioida.



54. Vuonna 1900 rakennetun asuintalon tasakatonle asennettu viherkatto, Karlsruhe.



55. CaixaForum Vertical Garden, Madrid. Patrick Blanc 2007.

5.3 Viherjulkisivut

(Dunnett & Kingsbury 2008, s.191-259)

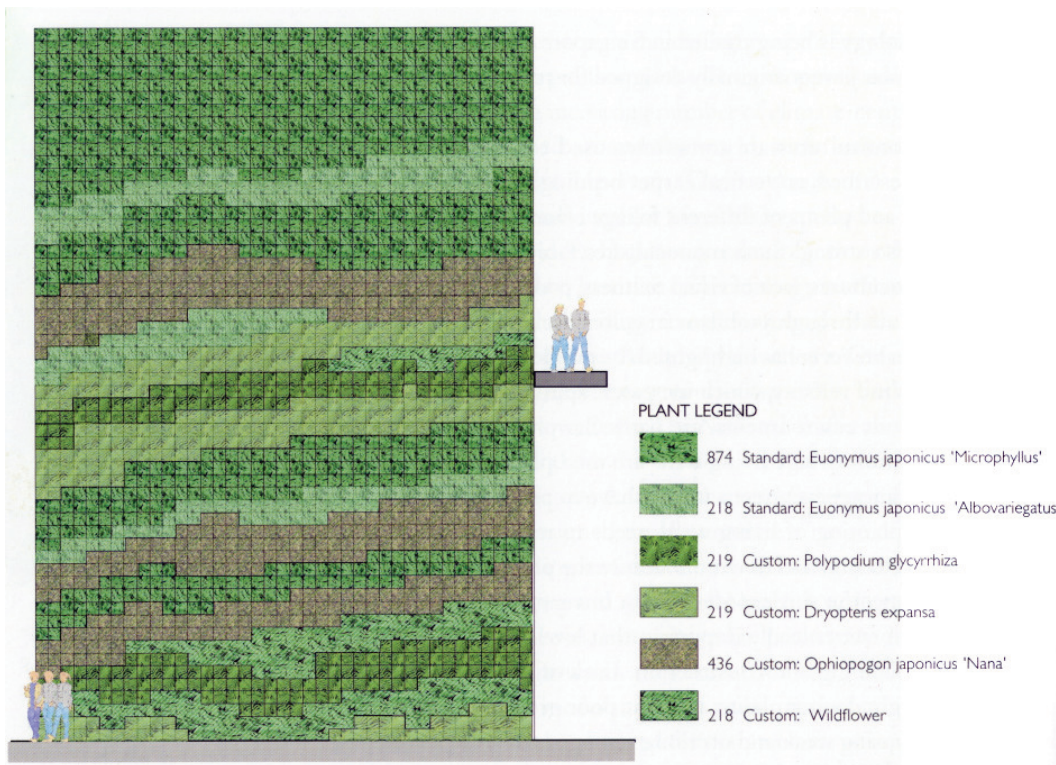
5.3.1 Taustaa

Vihreässä julkisivussa seinä peitetään köynnösmäisillä kasveilla, jotka on juurrutettu maahan tai tietyissä tilanteissa ruukkuihin. Ne voivat kiinnittyä suoraan seinään tai erityiseen tukirakenteeseen.

Kuten viherkatoilla, myös julkisivukasvillisuudella on pitkät perinteet. Julkisivukasvillisuudella on ollut lähinnä esteettinen ja koristeellinen funktio, mutta lämpimissä maissa

köynnöksiä on käytetty myös asuinrakennusten kesäaikaiseen viilentämiseen. Harvemmin niitä on nähty kaupallisissa ja teollisuusrakennuksissa. Köynnöskasveja on käytetty vanhaan myös Suomessa.

Perinteisesti rakennuksissa on käytetty köynnöksiä, jotka kiinnittyvät itsestään julkisivuun. Moderneissa viherjulkisivuissa käytetään erilaisia tukia ja telineitä, joihin kasvit kiinnittyvät. Tällöin kasvit eivät pääse vahingoittamaan rakennuksen pintaa. Uusia teknisiä ratkaisuja julkisivukasvillisuuden asentamiseen ja käsittelyyn on jatkuvasti kehitteillä.



56. Viherjulkisivun istutussuunnitelma Vancouverin lentokentälle.

5.3.2 Kasvillisuus ja rakenne

Julkisivuissa käytetään erilaisia köynnöskasveja ja tietynlaisia pensaita, jotka kasvavat vasten seinää. Köynnöskasvit voivat yltää jopa 25-30 metrin korkeuteen, joten niillä voidaan peittää korkeitakin seinä. Yleisesti voidaan olettaa, että vihreä julkisivu saadaan aikaan enintään kahdeksankerroksiseen rakennukseen. Tätä korkeammissa rakennuksissa köynnöksiä voidaan istuttaa ruukkuihin parvekkeille, joista ne lähtevät kiipeämään ylös ja muodostavat yhtenäisen jatkeen maassa kasvaville köynnöksille. Julkisivukasvillisuutta käytettäessä vältetään ikkunoiden peittymistä.

Kasvillisuus valitaan muun muassa sääolojen, kasvin ja rakennuksen koon, käytettävissä olevien tukirakenteiden ja julkisivun tavoiteltavan ulkomuodon mukaan. Lehtien väri, tekstyyri ja muoto vaihtelevat ja luovat erilaisen vaikutelman. Julkisivuun voidaan myös yhdistää eri kasvilajeja vaihtelevamman lopputuloksen aikaansaamiseksi.

Kasvien tuet ovat yleensä metallisia, mutta pienemmissä kohteissa voidaan käyttää myös puuta. Kasveja voidaan tukea ristikkorakenteella, pystytuilla tai vaakasuuntaisilla tuilla. Pienissä kohteissa voidaan käyttää erilaisia kaapelirakenteita. Rakenteissa huomioidaan muun muassa kasvin kiinnittymismekanismit, kasvin leviämiskyky ja lopullinen koko sekä

seinän altistuminen säälle. Jos julkisivu ei ole kantava, kasvien tuet tulee kiinnittää kantavaan rakenteeseen julkisivuverhouksen läpi. Tukirakenne voidaan kiinnittää myös maahan tai ripustaa rakennuksen yläosasta.

Julkisivukasvillisuutta täytyy huoltaa ja tarkastaa säännöllisesti. Kasvillisuutta täytyy karsia, ettei se muodosta paksuja ja painavia solmuja. Tarkkailemalla ja tarvittaessa karsimalla huolehditaan, ettei kasvillisuus peitä ikkunoita tai muita avoimena säilytettäviä pintoja. Räystäskourut täytyy pitää avoimina köynnöksistä ja kasvin osista.



57. Fysiikan instituutti, Humboldt-yliopisto, Berliini.

5.3.3 Elävät seinät

Erikseen voidaan puhua elävästä seinästä (*living wall*), jossa kasvillisuus juurtuu suoraan seinään tai selviää muutoin itsenäisesti ilman juurtumista ympäröivään maaperään. Kasvukerros erotetaan seinärakenteesta vedenpitävällä eristeellä. Kasvien vertikaalisessa kasvattamisessa täytyy ratkaista kasvien ja kasvualustan pysyminen paikoillaan sekä veden ja ravinteiden kulkeutuminen kasvien juuriin.

Kasvillisuus voidaan saada aikaan myös kasvimatoilla, paneeli- tai taskurakenteilla, moduulijärjestelmillä tai muilla moderneilla menetelmillä. Kastelu järjestetään esimerkiksi siirtämällä vesi suoraan kasvin juuristoon tippa kerrallaan putkien avulla. Ylimääräinen vesi kerätään seinän juuressa sijaitsevaan vesikouruun tai altaaseen ja käytetään uudelleen kasteluun.

Kasvit voivat olla kiinteä osa seinärakennetta myös juurtumalla joko seinän takana olevaan maastoon tai seinärakenteen sisältämään maakerrokseen, kuten erilaisissa maisemointirakenteissa ja maaston tukimuureissa.

5.3.4 Merkitys kaupungissa

Julkisivukasvillisuudella saavutetaan samankaltaisia ympäristöhyötyjä kuin viherkatollakin. Jotkut näistä hyödyistä ovat merkittävämpiä kuin kattokasvillisuudella saavutettavat: suuri kasvipinta esimerkiksi parantaa ilmanlaatua, viilentää ympäristöä ja vaimentaa melua tehokkaammin. Vaikutus kaupunkikuvaan on suurempi, sillä julkisivupinta näkyy katutasoon viherkattoja paremmin ja kasvipeitteinen pinta on yleensä laajempi. Vihreitä julkisivuja ei kuitenkaan voida hyödyntää kaupunkilaisten käyttöön samalla tavalla kuin viherkattoja, ja siten niiden funktio jää lähinnä ekologiseksi ja esteettiseksi. Kaupunkiviljelyä voidaan tietynlaisten kasvien osalta harjoittaa myös vihreän julkisivun avulla.

Julkisivukasvillisuus varjostaa rakennusta ja siten viilentää tehokkaasti. Talvella se voi parantaa lämmöneristystä muodostamalla ilmakerroksen rakennuksen ja kasvillisuuden väliin sekä vähentämällä tuulen viilentävää vaikutusta seinän pinnalla. Kylmien talvien alueilla ete-



58. Sammalseinät Reykjavikin kaupungintalolla.

läseinällä kannattaa käyttää lehtikasveja kesäaikaista viilentämistä varten ja pohjoisseinällä ikivihreää kasvillisuutta lämmöneristyksen parantamiseen talvella. Suunnittelussa tulee huomioida, että talvella lehtevien köynnöskasvien paljaat rungot ja tukirakenteet ovat näkyvillä. Julkisivukasvillisuus saattaa pidättää sadevettä jonkin verran, mutta hyöty ei ole yhtä suuri kuin viherkatolla.

Julkisivukasvillisuudella voidaan peittää epämiellyttäviä pintoja tai korostaa alkuperäisen arkkitehtuurin piirteitä. Yhdistämällä kasvillisuutta julkisivuihin saadaan aikaan miellyttäviä vihreitä pihoja sekä kaupunkikeskustoissa että betonikerrostalojen lähiöissä. Lisäksi julkisivukasvillisuus parantaa varsinkin karujen teollisuusrakennusten ja monikerroksisten pysäköintitalojen lähiympäristöä. Kasvillisuudella voidaan luoda kiinnostavia ja monipuolisia seinäpintoja, jotka ovat kiinteä osa rakennusta ja sen arkkitehtuuria. Kasveilla voidaan muodostaa julkisivuihin erilaisia tekstuureja, pintoja ja kuvioita. Tämä on huomattu myös liike-elämässä: esimerkiksi Japanissa on käytetty julkisivukasvillisuutta logojen ja tuotemerkkien muotoiluun kaupallisten rakennusten seinissä. Menetelmien kehittymisen ja kasvavan kiinnostuksen myötä vihreitä julkisivuja näkyy yhä useammin osana nykyaikaa.

6 Viherkatto maailmalla

6.1 Viherkattopolitiikkaa

6.1.1 Lainsäädäntö ja tuet

Vaikka viherkattoja on tehty jo vuosisatoja, niille ei pitkään aikaan muodostunut omaa vakiintunutta rakentamiskäytäntöä säädöksiin ja tekniikoineen. Ensimmäiset kattavat viherkattojen rakennussäännökset julkaistiin Saksassa vasta vuonna 1982. (Appl & Ansel 2009, s. 27-28) Monissa eurooppalaisissa kaupungeissa viherkatot on jo sisällytetty tavanomaiseen rakentamiskäytäntöön. Kattoja on rakennettu kaikessa hiljaisuudessa myös ilman, että niitä on erikseen edellytetty. Ne on saatettu yhdistää saumattomaksi osaksi arkkitehtuuria ja ympäröivää kaupunkia siten, että kaupunkilainen ei välttämättä edes havaitse niitä. (Weiler & Scholz-Barth 2009, s. 1)

1970-luvulla ensimmäisissä nykyaikaisissa viherkattokokeiluissa ilmeni monia ongelmia ja virheitä, joiden pelättiin vaarantavan koko kattotyyppin jatkokehittelyn. Siten tarve minimivaatimusten ja laatuksien määrittämiseen oli ilmeinen. Saksalainen maisemarakentamiseen ja -tutkimukseen keskittynyt yhdistys FLL (*Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau*) alkoi tutkia kattojen maisemointia, ja laati ensimmäiset ohjeet viherkattojen peruseräpäätteistä. Sitten FLL on säännöllisesti julkaissut uusia, päivitettyjä suosituksia viherkattojen suunnittelusta ja rakentamisesta. Niitä pidetään maailmalla yleisesti hyväksytyinä teknisinä suosituksina, joiden painoarvoa lisää se, että ne on liitetty monilta osiltaan saksalaiseen DIN-standardijärjestelmään. Samaa ohjeistoa on käytetty myös muualla Keski-Euroopassa. (Appl & Ansel 2009, s. 27-28)

Muun muassa Unkari, Alankomaat, Itävalta ja Sveitsi ovat hyödyntäneet saksalaisia suosituksia joko sellaisenaan tai vallitseviin oloihin sovellettuina. Myös maissa, joissa omaa viherkatto-ohjeistusta ei ole, suunnittelijat nojaavat usein saksalaiseen esimerkkiin. Saksalaiset suosituksukset eivät käy sellaisenaan kaikkialle, ja niitä tuleekin soveltaa paikalliset ilmastot ja kasvillisuusolot sekä rakennusvaatimukset huomioiden. Viherkattosäädökset eivät voi olla erillään muista rakennuskäytännöistä,

vaan ne täytyy integroida olevaan rakennuskulttuuriin ja sen säädöksiin. Muun muassa vedeneristykseen ja viemärointiin liittyvät seikat voidaan usein johtaa jo olemassa olevista ohjeista. (Appl & Ansel 2009, s. 30-31)

Viherkattopolitiikka ja kattojen yleisyys vaihtelevat suuresti ympäri maailmaa. Edelläkävijäkaupungeissa viherkattokäytännöt ovat pitkälle hiottuja ja kattojakin on toteutettu satojatuhansia neliömetrejä, toisaalla koko ilmiö on täysin tuntematon. Käytössä on erilaisia kannustimia ja tukia viherkattorakentamisen edistämiseksi sekä erilaisia tapoja arvioida rakentamisen vaikutuksia luonnonympäristöön.

Suhtautuminen ja motiivit viherkattojen rakentamiseen vaihtelevat. Dunnett ja Kingsburyn (2008, s. 21-22) mukaan Saksassa viherkattojen yleistymisen taustalla olivat ennen kaikkea ympäristösyys ja halu korvata rakentamisen seurauksena hupenevia avoimia alueita. Yhdysvalloissa viherkattoja on rakennettu taloudellisista syistä, sillä ne ovat usein perinteisiä menetelmiä edullisempi tapa lieventää kaupunkien ympäristöongelmia ja niistä koitua säästöjä pitkän ajan kuluessa. Norjassa viherkattoja taas pidetään osana kansallisperintöä. Myös viherkatoista aiheutuvia hyötyjä painotetaan eri tavoin maantieteellisestä sijainnista riippuen. Hulevedet ovat merkittävä huolenaihe leudossa ilmastossa, kun taas kuumissa tai trooppisissa oloissa on oleellisempaa pyrkiä viilentämään kaupungin lämpötilaa.

6.1.2 Ekologiset mittarit

Rakentaminen ja rakennusten käyttö vaikuttavat ympäristöön kolmella tavalla: ne kuluttavat luonnonvaroja, tuottavat päästöjä ja vaikuttavat luonnon monimuotoisuuteen. Lisäksi ympäristöominaisuuksiin liitetään usein rakentamisen vaikutus käyttäjän terveyteen. Näitä ympäristövaikutuksia arvioidaan erilaisilla menetelmillä, joita on käytössä miltei joka maassa. (Hakaste 2008, s. 32)

Useissa luokitusjärjestelmissä voi saada pisteitä rakentamalla viherkaton. Laajalle levinnyt yhdysvaltalainen LEED-ympäristöluokitus on jaettu kuuteen pääkohtaan, joista viidessä on mahdollista saada pisteitä viherkaton avulla. Kestävän maankäytön osalta pisteitä voi saada korvaamalla vettä läpäisemättömiä pintoja kasvillisuudella, huolehtimalla hulevesien käsittelystä ja asentamalla viherkaton vähintään puoleen tontin kattopinnasta. Vedenkäytön tehokkuus huomioidaan, jos kasteluveden käyttöä onnistutaan vähentämään. Viherkatoilla saavutettavat säästöt energiankulutuksessa tuovat pisteen, samoin kuin kierrätysmateriaalit, joita viherkattojen rakentamisessa usein käytetään. Myös lähellä valmistettujen materiaalien käyttöön kannustetaan, joten monien viherkattovalmistajien käyttämistä paikallisesti kasvatetuista kasveista saa pisteen. Ympäristöluokitus paranee myös käyttämällä viherkaton rakentamisessa innovatiivisia menetelmiä. Yhteensä viherkattoon liittyvistä eduista voi saavuttaa 15 LEED-pistettä. (Luckett 2009, s. 141-143)

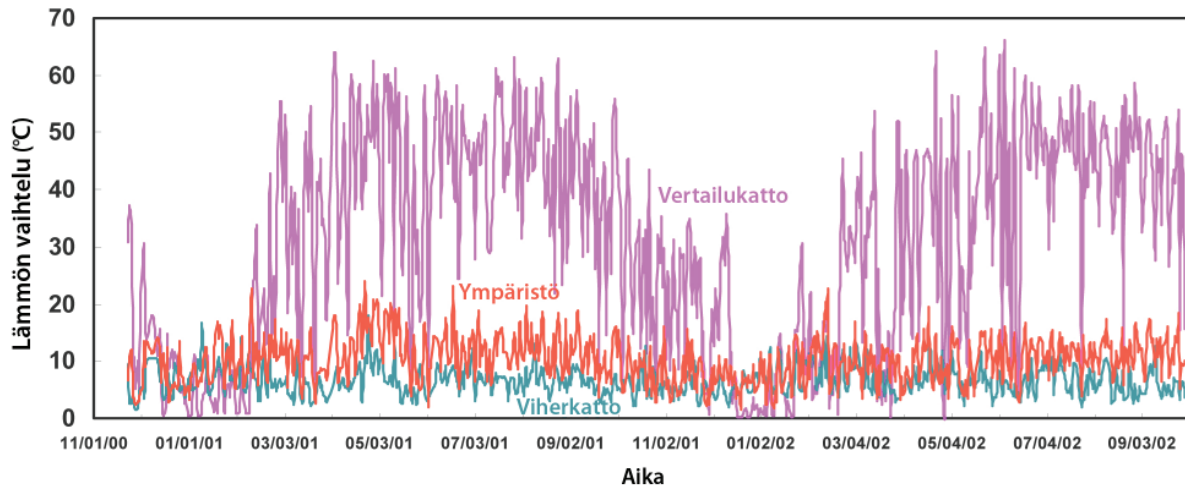
Suomalainen versio on PromisE-ympäristöluokitus, joka antaa rakennukselle arvosanan A:sta E:hen ympäristövaikutusten mukaan. Luokituksessa on noin 40 muuttujaa, joihin liittyen Harri Hakaste (2008) listaa Arkkitehti-lehden artikkelissaan arkkitehdin mahdollisuuksia pienentää rakennushankkeen ympäristövaikutuksia. Luettelossa mainitaan erikseen viherkattojen käyttö vihersuunnittelun, monimuotoisuuden säilyttämisen sekä vihermassan synnyttämisen yhteydessä. Viherkattoja voidaan hyödyntää myös useassa muussa tontin käyttöön liittyvässä toimenpiteessä. Näitä ovat muun muassa puuston ja kasvillisuuden käyttö varjostuksessa ja tuulisuojauksessa sekä pienilmaston luonnissa. Keinovalikoimaan kuuluvat myös sadeveden imeytys tontilla tai sen paikallinen hyödyntäminen, johon viherkatto olennaisesti liittyy. Samaten puutarhavihviljelyn edistäminen voidaan järjestää viherkatolla.

6.1.3 Taloudelliset edut

Vaikka viherkaton rakentamiskustannukset usein ylittävät tavallisen katon kustannukset, niiden rakentamisella voidaan saavuttaa taloudellisia säästöjä pidemmän ajan kuluessa. Koska viherkatot imeyttävät ja käyttävät vettä, monet yhdistävät niihin vesivahinkoriskin. Oikein toteutettuna viherkattojen käyttöikä on kuitenkin tavallista kattoa pidempi. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 68) Suurin etu on kattopinnan saaminen hyötykäyttöön. Järjestämällä osa pihatoiminnoista katolle saadaan aikaan tiiviimpi korttelirakenne ja siten enemmän hyödynnettävää kerrosalaa. Viherkattoihin liittyy myös muita, suoraan rahaksi muutettavia etuja.

UV-säteily, korkea lämpötila sekä lämpötilanvaihtelut vahingoittavat ja vanhentavat kattomateriaaleja. Viherkate suojaa kattomateriaaleja UV-säteilyltä ja pakkasvaurioilta, jolloin katon käyttöikä pitenee. Materiaalien käyttöä on todettu jopa kaksinkertaistuvan (Gedge & Frith 2004, s. 22). Kun kattomateriaalien suojana käytetään kasvillisuutta sorakerroksen sijaan, saavutetaan paitsi tarvittava suojaus myös kaikki nimenomaan kasvipeitteeseen liittyvät edut (Weiler & Scholz-Barth 2009, s. 122-123). Kasvillisuus myös viilentää kattopintaa ja tasoittaa lämpötilanvaihtelua, jolloin kattomateriaaleihin kohdistuu vähemmän rasitusta. Saksalaisessa tutkimuksessa (Kolb & Schwarz 1986, teoksessa Dunnett & Kingsbury 2008, s. 70) viherkate vähensi vuorokauden lämpötilanvaihtelua jopa 94 % ja tasoitti lämpötilahuippuja keskimäärin 12 °C:lla. Viilennysvaikutus riippuu paljolti kasvillisuuskerroksen paksuudesta. Kasvikerros suojaa muita kerroksia myös huoltotoimien ja katolla tapahtuvan liikkumisen aiheuttamilta vahingoilta. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 71)

Viherkatoilla voidaan saavuttaa energiansäästöä niin talvella kuin kesälläkin. Katon kasvikerros toimii ylimääräisenä lämmöneristeenä ja vähentää siten lämmitykseen tarvittavaa energiaa. Katon eristävyys riippuu multakerroksen sisältämästä vedestä ja kasvillisuuskerroksen koostumuksesta, ja siksi se vaihtelee vuoden-



59. Kanadalainen tutkimus v. 2000-2002 osoitti, että päivittäinen lämpötilavaihtelu on viherkatolla huomattavasti pienempi kuin tavallisella katolla.

ajan mukaan. Talviolioissa toimii parhaiten monikerroksinen kattorakenne, jossa kosteat ja kuivat kerrokset on erotettu toisistaan. Kesällä tehokkaimmin viilentää viherkatto, jonka vesipitoisuus on mahdollisimman suuri. Kesäajan energiansäästö tavalliseen kattoon verrattuna voi nousta jopa 60 %:iin. Mitä korkeampi rakennus, sitä pienempi on kattopinta suhteessa julkisivuihin ja sitä vähemmän vaikutusta viherkatolla on energiankulutukseen. (Appl & Ansel 2009, s. 79-80) Kesäisin viherkatto viilentää rakennusta paitsi eristävyytensä myös kasvien vedenhaiduttamisen ansiosta. Viilennysvaikutus voi olla merkittävä tavalliseen kattoon verrattuna. Talvella viherkaton vaikutus energiankulutukseen jää vähäisemmäksi. (Gedge & Frith 2004, s.11-12) Maailman mittakaavassa kesäaikainen ilmastointitarve on huomattavasti suurempi kuin lämmitys talvisin, joten viherkaton viilennysvaikutus voi johtaa merkittäväankin energiansäästöön (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 74).

Jos viherkatoille liitetään lisäksi aurinkopaneeleja, voidaan saavuttaa kaksinkertainen etu hyötymällä sekä energiansäästöstä että energian tuotannosta. Näin on tehty muun muassa Saksassa. Kattokasvillisuus voi tehostaa aurinkopaneelien toimintaa vähentämällä katon lämpötilanvaihtelua ja pitämällä yllä sopivaa pienilmastoa. Eräät aurinkopaneelit toimivat parhaiten alemmassa lämpötilassa, joten kattotasoa viilentävä kasvillisuus parantaa niiden toimintaoloja. (Living roofs and walls 2008, s. 19)

Viherkatolla voidaan saavuttaa myös imago-hyötyjä. Kasvipeitteinen katto on näkyvä osoitus rakennuksen ympäristöystävällisyydestä, ja sellainen asuinalue voi houkuttaa ympäristötietoisia asunnonostajia. Ekologisuus ja ympäristöystävällisyys luovat positiivisen mielikuvan asuinalueesta tai yksittäisestä rakennuksesta. Suunnittelu- ja toteutusvaiheen konfliktitilan- teet voivat lieventyä, jos suhtautuminen hankkeeseen on jo valmiiksi myönteinen. Viherkatot voivat parantaa myös kokonaisen kaupungin imagoa, jos niitä toteutetaan laajamittaisesti. Profiloitumalla ympäristömyönteiseksi kaupunki voi herättää kiinnostusta ja saada siten ilmaista mainosta. Viherkaton asentamisella voidaan päästä korkeampaan ympäristöluokitukseen, joka on rakennuksen ekologisuuden selkeä mittari ja jolla voidaan imagotekijöiden kautta saavuttaa suora taloudellista hyötyä. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 77-78)



60. Aurinkopaneeleja viherkatolla Sveitsissä.

6.2 Viherkattokäytäntöjä

6.2.1 Saksa

Saksa on paitsi nykymuotoisen viherkaton syntysija, myös kattojen tämänhetkisen kehityksen keskus (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 22). Maan lainsäädäntö kannustaa viherkattojen asentamiseen niin valtiollisella kuin osavaltioidenkin tasolla. Viherkatot huomioidaan muun muassa ympäristönsuojelulainsäädännössä ja rakennusmääräyksissä. Luonnonsuojelumääräyksissä todetaan, että jos luonnolle väistämättä aiheutetaan vahinkoa, näitä vahinkoja tulee kompensoida lieventävin tai korvaavin keinoin. Viherkattojen rakentamista pidetään tällaisena keinona, ja vuoteen 2002 mennessä yli 20 saksalaista kaupunkia oli alkanut edistää viherkattojen rakentamista. (Stender 2002, s. 10) Nykyaikaisten viherkattojen jo 30 vuotta jatkunut kehitys Saksassa on ollut mahdollista paljolti paikallisten viranomaisten tuella. Valtion luonnonsuojelu- ja rakennuslainsäädäntö muodostavat puitteet erilaisten kannustimien käytölle, mutta niiden toteutuminen on kuitenkin lopulta kiinni paikallisviranomaisista. (Appl & Ansel 2009, s.123)

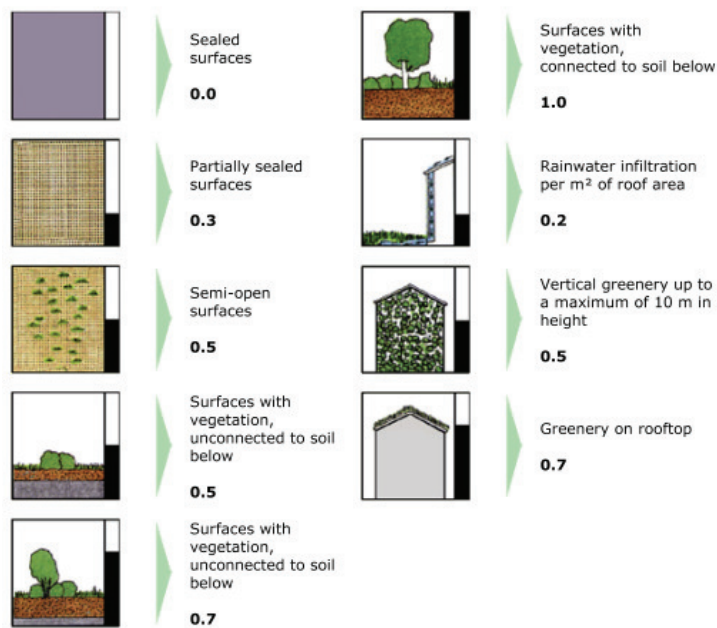
Viheralueiden määrä asuinalueella vaikuttaa suoraan asukkaiden kokemaan viihtyvyyteen. Tämän vuoksi monissa kaupungeissa tarjotaan aloitusrahaa viherkaton rakentajille. Tyypillinen avustus on 10-20 € viherkattoneeliometriä kohti. Tuki kannustaa kiinteistöjen omistajia lisäämään kasvillisuutta kaupunkien katoille, jolloin saadaan korvattua osa rakentamiseen käytetyistä viheralueista. Tuen saamiseen ei yleensä vaikuta, onko kyseessä uudis- vai korjausrakentaminen. Lainsäädännön edellyttämät viherkatot eivät sen sijaan kuulu suoran taloudellisen tuen piiriin. (Appl & Ansel 2009, s. 123)

Saksassa veloitetaan erikseen jäte- ja hulevesien käsittelystä, jolloin kulut jakautuvat oikeudenmukaisemmin käyttäjien kesken. Hulevesimaksun suuruus määräytyy tontin koon ja vettä läpäisemättömän pinnan mukaan. Toisin kuin tavalliset tiili- tai sorapeitteiset katot, viherkatot pystyvät säilömään suuria sadevesimääriä, jolloin ne alentavat hulevesien käsittelymaksuja. Vallitsevista maksuista riippuen vähennys saattaa olla noin euron viherkattoneeliometriltä vuodessa. Kun viherkaton keski-

määräinen elinikä on noin 40 vuotta, saattavat kokonaissäästöt hulevesimaksuissa jopa ylittää katon rakennuskulut. (Appl & Ansel 2009, s. 123-124)

Stuttgartissa viherkatot ovat olleet osana kaavoitusta 1980-luvulta. Kaupunki oli myös ensimmäisiä, jotka tukivat viherkattojen asentamista julkisesti (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 22). Vuonna 1986 kaupunkiin laadittiin viherkatto-ohjelma pienilmaston, ekologisten olojen ja elinympäristön laadun parantamiseksi. Kaupunki edellyttää, että myös kaupallisten ja teollisuusalueiden maisemoinnista huolehditaan. Vuosien 1986 ja 2008 välillä Stuttgartiin rakennettiin noin 120000 m² viherkattopintaa, josta 88000 m² on ekstensiivisiä ja 32000 m² intensiivisiä kattoja. Näistä yksityisiä viherkattoja oli 62000 m², ja ne asennettiin yhteensä 415 erillisessä rakennushankkeessa. Kaikkiin viherkattohankkeisiin investoitiin yhteensä 2,4 miljoonaa euroa. Kaupunki tukee rakentamista korvaamalla 50 % katon todellisista kustannuksista, enintään 17,90 euroa kasvipeitteistä neliometriä kohden. Lisäksi kaupunki tarjoaa ilmaista neuvontaa rakentajille. Viherkattotukien kysyntä jatkuu kaupungissa edelleen voimakkaana. (Appl & Ansel 2009, s. 145-147)

Berliinin kaupunki perusti vuonna 1988 luonnonsuojeluohjelman, jossa viherkatot esitettiin keinona hallita hulevesiä sekä parantaa ilmanlaatua ja urbaania elinympäristöä. Myös kaavoituksen yhteyteen on liitetty vaatimuksia kattokasvillisuuden asentamisesta. Eräissä tapauksissa rakennuslupa myönnetään vain, jos rakennukseen liitetään kattokasvillisuutta. Tämä pätee esimerkiksi silloin, kun rakennuksen arvioidaan vievän erityisen paljon rakentamatonta maa-alaa. (Stender 2002, s. 10-11) Vuosina 1983-1995 toiminut Berliinin sisäpihojen vihertämisohjelma myönsi rahoitusta yksityisille viherhankkeille, kuten viherseinien ja -kattojen rakentamiseen ja yhteispuutarhojen perustamiseen takapihoille. Suora taloudellinen tuki oli Berliinissä yleistä 1980- ja 90-luvuilla, mutta sittemmin kaupunki on kärsinyt alijäämäisestä taloudesta ja tuista on jouduttu luopumaan. (Ngan 2004, s. 36) Viherohjelman



61. Berliiniläisessä BFF-järjestelmässä on määritelty vertailuarvot erilaisille pinnoille vedenläpäisevyyden mukaan.



62. Tavoite-BFF voidaan saavuttaa lisäämällä kasvillisuutta esimerkiksi pihalle tai katolle.

aikana viherkattoja rakennettiin 65000 m² ja sisäpihoja parannettiin yhteensä 740000 m². Viherkattojen rakentaminen voi myös vähentää hulevesien käsittelystä perittäviä maksuja. Vuonna 2001 kaupungissa määriteltiin rakennushankkeille ja suunnittelukilpailuille ekologiset kriteerit, joiden mukaan keskikaupungin tiiville alueille rakennettaessa tulee käyttää viheralueita sekä viherkattoja ja -seiniä. Viherkattotyypeistä kriteerit suosivat enimmäkseen ekstensiivisiä kattoja, joiden tulee kuitenkin olla riittävän paksuja veden imeyttämiseksi. (Appl & Ansel 2009, s. 132-133)

Länsi-Berliinissä kehitettiin 1980-luvulla työkalu, jonka avulla ympäristökysymykset voidaan huomioida kaupunkisuunnittelussa. Tämä biotooppiluku (BFF, *Biotopflächenfaktor*) kuvaa ekologisesti tehokkaan eli käytännössä istutetun alueen osuutta tontista. Kaikille pintarakenteille määritellään oma vertailuarvonsa vedenläpäisevyyden mukaan, esimerkiksi kokonaan läpäisemätön pinta saa arvon 0,0 ja viherkatto arvon 0,7. Näiden avulla lasketaan rakennuspaikan BFF-luku. Maankäytön suunnitelmien yhteydessä erilaisille alueille määritellään tietyt BFF-tavoitearvot. Esimerkiksi uusilla asuinalueilla käytetään arvoa 0,60 ja uusilla kaupallisilla alueilla tavoitteena on 0,30. Korjausrakentamisessa luku vaihtelee

jo rakennetun pinnan mukaan. (Ngan 2004, s. 36-37) Berliinissä on toteutettu myös useita pilttiprojekteja, joissa on tutkittu viherkattojen toimintaa sekä uusia teknologioita. Tutkimustulosten pohjalta on voitu kehittää tarkempia ohjeita seuraaville rakentajille. (Appl & Ansel 2009, s. 131-139)

Viherkatot ovat yleisiä myös Sveitsissä ja Itävallassa. Viherkattopolitiikka on samankaltaista kuin Saksassa ja käytössä on muun muassa vastaavanlaisia tukia ja kannustimia. Esimerkiksi Sveitsin Baselissa ja Zürichissä sekä Itävalan Linzissä viherkattoja suositaan yleisesti. Sveitsi on edelläkävijä erityisesti viherkattojen ja biodiversiteetin tutkimuksessa. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 22)

6.2.2 Iso-Britannia

Lontoossa toteutettiin muutamia viherkattohankkeita jo 1980- ja 1990-luvuilla, mutta viherkattojen laajamittainen rakentaminen on Lontoossa verraten uusi ilmiö. Kysyntä on kuitenkin kasvanut viimeisen kymmenen vuoden ajan. (Living roofs and walls 2008, s. 43) Arvioiden mukaan Suur-Lontoon alueelle oli vuoteen 2008 mennessä rakennettu vähintään 255000 m² viherkattopintaa (Appl & Ansel 2009, s. 167).

Brittiläisten standardien puuttumista pidetään suurena esteenä viherkattojen yleistymiselle. Suurimmat kattovalmistajat käyttävätkin saksalaisia ohjeistuksia. (Living roofs and walls 2008, s. 39) Viime vuosina kattoja on rakennettu useita ja vielä useampia on suunnitelmissa. Kattoja on kuitenkin toteutettu yksitellen projektien kerällä ilman laajempaa kokonaiskuvaa, eikä rakentamisessa ole ollut yhtenäistä menettelytapaa tai ohjeistusta. Aloite viherkaton asentamiseen on usein lähtenyt rakennuttajalta, joka on halunnut vaimentaa rakentamisen ympäristövaikutuksia. Harvan kattohankkeen taustalla ovat energia- ja vesihuoltoon liittyvät mahdollisuudet. (Living roofs and walls 2008, s. 43)

Lontoon viherkattopolitiikkaan ovat vaikuttaneet vahvasti Sveitsin käytännöt (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 49). Lontoossa on pidetty tärkeänä säilyttää elinympäristöjä tietyille harvinaisille lajeille, jotka viihtyvät rakentamisen alta häviävillä entisillä teollisuusalueilla ja joutomailla. Viherkatoille voidaan luoda sopivat elinolosuhteet eläin- ja kasvilajeja varten. Tällaiset rakentamisen alle jäänyt kivikkoista ja heinikkoista maata jäljittelevät katot ovat oikeastaan ruskeita kattoja (*brown roofs*). (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 49-51)

Kasvava kiinnostus viherkattoja kohtaan johti ensimmäisen kattavan viherkattoselvityksen julkaisemiseen vuonna 2003 (Appl & Ansel 2009, s. 166). Selvityksessä käsiteltiin paitsi viherkattojen vaikutusta biodiversiteettiin ja laajemmin kestäväan kehitykseen myös brittiläistä viherkattopolitiikkaa. Tutkimuksessa todettiin, että vaikka maassa oli asianmukaiset ohjelmat viheralueisiin, viherverkostoihin, biodiversiteetin ylläpitämiseen ja kestäväan kaupunkisuunnitteluun liittyen, päättäjät olivat sivuuttaneet viherkatot lähes tyystin. (Grant et al. 2003, s. 5)

Lontoon ensimmäinen varsinainen viherkattolinjaus julkaistiin vuonna 2008 osana kaupungin uutta suunnittelustrategiaa (*the London Plan*). Suunnitelmassa selvitetään, millaisilla toimenpiteillä voidaan edistää jo valmiiksi kiihtyvää viherkattojen käyttöönottoa Lontoossa. Linjauksessa edellytetään, että kaikkiin suurimpiin rakennushankkeisiin liitetään mahdollisuuksien mukaan viherkattoja ja -seiniä. Lisäksi tarkastelun alla ovat erilaiset tuet, joita voitaisiin myöntää etenkin vanhoihin ra-

kennuksiin asennettavia viherkattoja varten. Kaupungin aikomuksena on määrittää viherkattojen rakentamiselle vuosittainen tavoite. Viherkatot aiotaan myös kartoittaa ja tarkastaa vuosittain. Kaupungin uusi selkeä viherkattolinjaus on samalla ensimmäinen laatuaan Iso-Britanniassa. (Appl & Ansel 2009, s. 166-165) Toimintaperiaatteiden julkaisemisesta huolimatta Lontoossa on ollut tarjolla vain rajoitetusti opastusta ja tukea viherkaton rakentajalle (Appl & Ansel 2009, s. 167).

6.2.3 Pohjois-Amerikka

Nyky aikaisten viherkattojen konsepti tunnetaan hyvin eräissä yhdysvaltalaisissa kaupungeissa, joista on myös tulossa viherkattojen strategisen hyödyntämisen edelläkävijöitä. Ilmiö sai alkunsa, kun amerikkalaiset tutkijat ja suunnittelijat saivat vaikutteita Saksasta ja muualta Euroopasta ja alkoivat sitten markkinoida samaa tekniikkaa myös Yhdysvalloissa. Rakentaminen sai vauhtia myös, kun eräät eurooppalaiset viherkattovalmistajat laajensivat toimintaansa Yhdysvaltoihin. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 27)

Varsinkin Chicagolla ja Portlandilla on vahva maine viherkattoja edistävinä kaupunkina. Chicagon tavoitteena on olla Yhdysvaltojen vihrein kaupunki. Vihreää ja elinvoimaista imagoa on luotu toteuttamalla ja tukemalla viherkattoja pitkäjänteisesti. Kattojen lisäksi strategiaan kuuluvat katupuiden, pienten kaupunkipuutarhojen ja taskupuistojen suosiminen sekä kaupungin puistojen ylläpitäminen korkealaatuisina. Näkyvä osoitus strategiasta oli viherkaton asentaminen kaupungintalon katolle. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 27, 78) Vahvasta kampanjoinnista huolimatta viherkattorakentaminen on Chicagossa kuitenkin edelleen alkutekijöissään. Kaupunkiin on kymmenessä vuodessa rakennettu noin 500 viherkattoa, mikä on häviävän pieni osa Chicagon yli puolesta miljoonasta katosta. Näistä kaupungintalon viherkatto on edustava mutta varsin poikkeuksellinen esimerkki: tyypillinen chicagolainen viherkatto on pieni ja vaatimaton. (Kamin 2010)

Portlandin kaupunki julkaisi vuonna 2005 laajan viherkattolinjauksen. Kaupunki tukee viherkattojen rakennuttajia muun muassa



63. Viherkattopaljoutta Stuttgartissa.



64. Vancouver Convention Centre.

myöntämällä rakennetusta kasvipinnasta lisää rakennusoikeutta: yksi neliöjalka eli noin 0,09 m² viherkattoa tuo 3 neliöjalkaa eli 0,27 m² lattiapintaa. Portlandissa viherkatoilla on tavoiteltu taloudellista hyötyä. Kattokasvillisuudella on puhdistettu hulevesiä ja estetty epäpuhtauksien kulkeutumista vesistöihin. Siten on parannettu lohikannan elinympäristöä ja tuettu tärkeää paikallista elinkeinoa. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 27-28, 56)

Muita viherkattojen rakentamisessa kunnostautuneita kaupunkeja ovat myös esimerkiksi Minneapolis, Boston, New York ja Washington DC. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 28)

Kanadassa on vastaavaa kiinnostusta viherkattojen rakentamiseen ja maassa on tehty myös paljon laajamittaista tutkimusta aiheesta. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 28-29) Kanadalaiset viherkatot ovat pitkään olleen enimmäkseen yksityisten vapaaehtoisten asentamia intensiivisiä kattoja, jotka on rakennettu virkistyskäyttöön sekä esteettisistä syistä. Kiinnostus kattojen laajempaan hyödyntämiseen on sittemmin kasvanut. (Ngan 2004, s. 5, 9)

Etenkin Toronto on profiloitunut kattokasvillisuuden edistäjänä, ja kaupungissa on Chicagon tavoin asennettu viherkatto kaupungintaloon. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 28-29) Torontossa on tutkittu laajasti viherkattojen rakentamisella saavutettuja hyötyjä sekä katoista koituvia kustannuksia. Vuonna 2009 kaupungissa otettiin käyttöön ohjesääntö, jonka mukaan uusiin kaupallisiin, institutionaalisiin ja asuinrakennuksiin pitää liittää viherkatto, jos niiden bruttopinta-ala on vähintään 2000 m². Poikkeuksen tekevät alle 6-kerroksiset asuinrakennukset, joihin viherkattoja ei edellytetä.

Myöhemmin mukaan tulevat myös uudet teollisuusrakennukset. Kattokasvillisuuden laajuus vaihtelee rakennuksen koon mukaan: 2000-neliöisen rakennuksen kattopinnasta kasvipeiteistä tulee olla 20 %. Kaupungissa on noin 36500 m² viherkattopintaa sekä julkisissa että yksityisissä rakennuksissa. (City of Toronto: Green Roofs) Viherkattoja on myös Ottawassa sekä Vancouverissa, jonne vuoden 2010 talviolympialaisten yhteydessä toteutettiin useita kattoja (The Greenroof Projects Database).

6.2.4 Pohjoismaat

Ruotsin ensimmäinen laaja moderni viherkatto rakennettiin vuonna 1990 SEB-pankin pääkonttoriin Tukholman lähelle. Viherkattojen rakentaminen oli siihen aikaan kiistanalaista, joten suunnittelijalle annettiin valtuudet istuttaa enintään puolet kattopinnasta. Katossa jouduttiin käyttämään Saksasta tuotuja valmiita kasvimattoja. Muutama vuosi myöhemmin kasvimattojen valmistus alkoi Ruotsissakin Saksan mallin mukaan ja 1990-luvun lopulla paikalliset viherkattomarkkinat alkoivat kasvaa nopeasti. (Emilsson 2005, s. 12)

Varsinainen kattokasvillisuuden läpimurto tapahtui Malmön Bo01-asuntomessualueella vuonna 2001. Aluetta mainostettiin tulevaisuuden asuinalueena ja rakentamisessa sovellettiin uudenlaisia teknologioita. Ohuet viherkatot liitettiin osaksi alueen konseptia ja niistä tulikin lopulta yksi yleisimmistä katto-tyypeistä alueella. Innostus uusia ympäristöystävällisiä menetelmiä ja viherkattoja kohtaan oli korkealla, ja pian asuntomessujen jälkeen Malmössä avattiin viherkattojen tutkimukseen ja esittelyyn tarkoitettu luonnontieteellinen kattopuutarha. Bo01-asuntomessujen aikaan



65. Västra hamnen, Malmö.

viherkattoja suosittiin sekä niiden ekologisten että taloudellisten etujen vuoksi. Varsinaisia suunnittelukysymyksiä, kattojärjestelmien toimivuutta Ruotsin ilmastossa sekä niiden sopivuutta kaupunkiympäristöön oli tuolloin tutkittu vain vähän. Ensimmäisiä tällaisia selvityksiä oli Tobias Emilssonin tutkimus vuodelta 2005. (Emilsson 2005, s. 12, 24)

Bo01-asuntomessualueelle on rakennettu yhteensä noin 7000 m² sammal- ja maksaruohokattoja (Malmö stad – Utemiljö). Pyrkimyksenä oli alusta saakka istuttaa alueelle mahdollisimman paljon kasvillisuutta. Tavoitteen saavuttamiseksi Malmön kaupunki otti yhdessä rakennuttajien kanssa käyttöön Berliinissä sovelletun järjestelmän, jossa kasvipeitteisen pinnan osuutta rakennuspaikasta kuvataan tunnusluvulla (*grönytefaktor*). Kun rakennetaan kovia ja tiiviitä pintoja, ne tulee kullakin tontilla korvata vettä läpäisevillä tai kasvipeitteisillä pinnoilla. Näitä ovat muun muassa istutukset, viherseinät köynnöskasveineen, viherkatot, lampien vesipinnat sekä puut ja pensaikot. (Nilsson 2006, s. 17) Läpäisevyydestään riippuen pinnoille määritellään tietty arvo: kasvipeitteinen pinta saa arvon 1,0 ja kova betonipinta arvon 0,0. Bo01-alueella vaatimukseksi joka tontille asetettiin tavoitteeksi luku 0,5, mikä tarkoitti, että viheralueet eivät voineet rajoittua pelkästään talojen pihoilta. Alueen rakennusten katot ja seinät ovatkin suurelta osin kasvipeitteisiä. (Nilsson 2006, s. 18, 119)

Bo01-alueelle rakennettiin myös erilaisia luonnon elinympäristöjä muistuttavia biotooppeja. Alueella on kaksi laajempaa puistoa sekä useita asuinpihoja, jotka on rakennettu tätä silmällä pitäen. Lisäksi biotooppeja on luotu rakennusten viherkatoille. Kattojen suurin etu on,



66. Veolia Miljø kierrätyskeskus, Oslo.

että ne pidättävät noin puolet alueen viemäreitä kuormittavasta sadevedestä. Asuntomessualueella on käytössä avoin hulevesijärjestelmä, jossa vettä voidaan viivyttaa ja puhdistaa kaupunginosan sisällä alueen avoimissa kanavissa ja lammikoissa. Jo ennen kanaviin ja lampiin pääsyä sadevettä pidätetään rakennusten viherkatoilla sekä pihoilta, jolloin veden kulku hidastuu ja virtaus tasoittuu. (Nilsson 2006, s. 120-122) Alueen joidenkin lampien vesi muuttui myöhemmin huonolaatuiseksi leväkukintojen vuoksi, joten ravinteiden pääsyä viherkatoilta vesistöön alettiin tutkia (Emilsson 2005, s. 20).

Ruotsissa ohuet ekstensiiviset viherkatot on useimmiten asennettu käyttämällä valmiita kasvimattoja. (Emilsson & Rolf 2005, s. 2-3). Viherkattomarkkinoilla käytetyt kasvimatot vastaavat ruotsalaisia rakennusmääräyksiä. Ruotsin viherkattojen kasvillisuus koostuu enimmäkseen kuivuutta kestäviä lajeista, kuten maksaruohoista. Erilaisten ruohokasvien käyttö on palomääräysten takia rajoitettua. Viherkattojen asentamiskulut ovat Ruotsissa muodostuneet yleensä korkeammiksi kuin Saksassa keskimäärin. (Emilsson 2005, s. 15-16)

Useat ruotsalaiset kunnat ja yritykset ovat alkaneet mieltää viherkatot menetelmänä, jolla on positiivinen vaikutus kaupunkiympäristöön. Suurinta kiinnostusta on osoitettu niiden toimintaan hulevesien hallinnassa. Viherkattojen rakentamiseen on sovellettu erilaisia kannustimia ja tukia. Esimerkiksi Tukholmassa yksityiset kaupunkilaiset ja yritykset, jotka vähentävät syntyviä hulevesiä tai irrottautuvat yleisestä hulevesiviemäröinnistä, saavat alennetun hulevesimaksun tai välttyvät siltä kokonaan. (Emilsson 2005, s. 22-23)

Viherkattojen rakentaminen on saamassa jalansijaa myös Tanskassa. Rakentaminen on kohdannut myös esteitä. Eräs huolenaihe on ollut kansainvälisten dokumenttien ja tietojen soveltaminen tanskalaisiin oloihin ja Tanskan rakentamiskäytäntöihin. On mietitty, ovatko tanskalaiset lämmöneristysnormit niin tiukat, että viherkaton asentaminen ei enää parantaisi eristävyyttä. Samaten on epäilty viherkattojen sopimista paikallisiin palomääräyksiin. (Appl & Ansel 2009, s. 174)

Esimerkkiä on kuitenkin otettu Ruotsista. Kööpenhaminaan aiotaan rakentaa 325000 m² viherkattopintaa vuoteen 2015 mennessä, mistä on arvioitu seuraavan 218 tonnin säästöt hiilidioksidipäästöihin. Viime vuosina kattoja on rakennettu jonkin verran, kuten 7200 m²:n laajuinen valtionarkiston viherkatto. Viherkattoja aiotaan rakentaa uuteen Nordhavnin kaupunginosaan. Kattoja on toteutettu tai niitä on rakenteilla myös Ørestadin kaupunginosassa. (Københavnns Kommune: Grønne tage).

Norjassa perinteisten turvekattojen rakentaminen on yhä voimissaan (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 25). Myös suomessa toimivan Isolan markkinointi turvekatot valmistetaan Norjassa, jossa turvekattoja rakennetaan useita satojatuhansia neliöitä vuodessa. Eräissä kunnissa loma-asuntoihin hyväksytään ainoastaan turvekattoja. (Johansson 5.11.2009) Norjassa on myös toteutettuja tai suunnittelun asteella olevia nykyaikaisia viherkattoja muun muassa Oslon seudulla.

6.2.5 Suomi

Viherkattoihin liittyvä keskustelu on Suomessa verraten vähäistä, vaikka ilmiö ei ole enää uusi eikä marginaalinen. Kansainvälisiä esimerkkejä niin yksittäisistä toteutetuista kohteista kuin kaupunkien suhtautumisesta kattojen rakentamiseen löytyy runsaasti. Suomeen sovellettavia esimerkkejä voi hakea paitsi naapurimaasta Ruotsista myös samojen leveysasteiden ja ilmasto-olojen Kanadasta. Suomalaista saatavat kiinnostaa myös Kanadassa tehdyt tutkimukset viherkattojen toiminnasta kylmissä talvioloissa. Koska maailmalla löytyy huolella toteutettuja kattoja ja painavaa tutkimustietoa, viherkaton rakentamista ei voi täälläkään pitää hyppynä tuntemattomaan. Paikalliset

olosuhteet varsinkaan Etelä-Suomessa eivät poikkea ruotsalaisista, kanadalaisista tai edes saksalaisista niin merkittävästi, että viherkattojen rakentaminen voitaisiin tuomita täydeksi mahdollittomuudeksi. Myös vuosisatoja vanha turvekattoperinne kertoo jotain kattokasvillisuuden menestymisestä Suomessa.

Suomalaiset viherkatot liittyvät monesti arkkitehtuurikilpailujen kilpailuehdotuksiin sekä yksittäisiin yksityisten kansalaisten kattoprojekteihin taajamien ulkopuolella. Viherkatto saatetaan mieltää poikkeukselliseksi ekorakentamiseksi ja yksittäisten kokeilijoiden puuhasteluksi. Ne ovatkin edelleen kokeiluluontoisia ja erityistapauksia. Viherkattojen vähäisyyden vuoksi myös paikallinen tutkimus niiden menestymisestä ja vaikutuksista on harvassa. RT-kortistossa on suhteellisen kattavat ohjeet viherkattojen rakentamiseen.

Valmistuneita laajamittaisia viherkattokohteita ei ole kovin paljon. Esimerkiksi Suomessakin toimiva Isola on markkinoinut harjakatoille soveltuvia turvekattoja jo joitakin vuosia, ja myynti on lähtenyt kasvuun. Turvekatot on toimitettu lähinnä yksityishenkilöille. Sen sijaan tasakatoille tarkoitettuja viherkattoja ei ole myyty Suomessa vielä kovinkaan paljon. Yritys toimittaakin niitä enimmäkseen Keski-Eurooppaan, jossa kaavoituksella usein edellytetään viherkattojen rakentamista. (Johansson 5.11.2009)

Hulevedet ovat toistuvasti esillä kaupunkisuunnittelussa. Suomessa kattokasvillisuus mainitaankin useimmiten hulevesienkäsittelyyn liittyen, ja viherkatot ovat mukana joissakin asemakaavoissa ja hulevesiohjeistuksissa. Hulevesien käsittely onkin ehkä luonnollisin kanava viherkattojen laajamittaisemmalle hyödyntämiselle. Viherkatot on liitetty hulevesien



67. Helsingin Messukeskuksen laajennuksen päälle on suunniteltu viheralueita.

hallinnan keinovalikoimaan muun muassa Kuopion (Suunnittelukeskus Oy 2007) ja Lahden (FCG Planeko Oy 2009) ohjeissa sekä Tampereen Vuoreksen asemakaavassa (Tampereen kaupunki 2009b). Kuopion kaupungin julkaisemat suunnitteluohjeet julkaistiin Saaristokaupunki-hankkeen yhteydessä ja ne perustuvat ulkomaisiin, Suomen olosuhteisiin sovellettuihin ohjeisiin. Myös Vantaan Hakkilan toimisto-alueelle on kaavailtu viherkattoja hulevesien hallintaan (HS 8.2.2010).

Viherkatot esiintyvät paikoin myös rakennustapaohjeissa, joissa ne mainitaan yleensä yhtenä mahdollisena katevaihtoehtona. Monissa ohjeissa kattokasvillisuuden käyttö rajataan erikseen pihojen talousrakennuksiin ja autokatoksiin tai niitä osoitetaan autoramppien ja kansien päälle. Viherkattoja suositellaan muun muassa Kankaanpään Pitkämäen (A-Konsultit Oy 2008), Lappeenrannan Oja-Tuomelan (Pöyry Finland Oy & Suunnittelustudio Petteri Nikki Oy 2010) sekä Vantaan Martinlaakson asemanseudun (Vantaan kaupunki 2008) rakennustapaohjeissa.

Syy varovaiseen ja nuivaan suhtautumiseen viherkattorakentamista kohtaan voi olla yleisessä rakentamiskulttuurissamme. Harri Hakaste (2008, s. 32) kirjoittaa Arkkitehti-lehdessä, että Suomessa kestävään rakentamiseen ollaan yleensä valmiita sijoittamaan vasta, kun viranomainen tai tilaaja niin vaatii tai se on taloudellisesti kannattavaa. Taloudellinen tarkastelu rajoittuu kuitenkin vain hankintahintaan eikä niinkään energiatehokkuuteen tai elinkaariajatteluun. Hakasten mukaan taloudellinen ohjaus, kuten erilaiset avustukset ja verohelpotukset sekä ympäristöverotus, voisi Suomessakin kannustaa tehokkaasti kohti ympäristöystävällistä teknologiaa.

6.3 Esimerkit

Esimerkit on valittu siten, että ne kuvaavat erilaisia viherkattotyyppejä vaihteleviin olosuhteisiin rakennettuna. Ne voivat olla myös muuten yleistä kiinnostusta herättäneitä tai palkittuja kohteita, joista on saatavilla havainnollista tietoa. Kappaleessa on keskitytty kaupungeissa sijaitsevien viherkattojen esittelyyn. Maaseudun tai haja-asutusalueiden yksittäiset viherkattokohteet on rajattu aiheen mukaisesti tarkastelun ulkopuolelle, lukuun ottamatta

Bruno Eratin kotimaista pioneerikohdetta.

Kaikki ulkomaiset esimerkkikohteet sijaitsevat kaupunkiympäristössä. Kalifornian tiedeakatemia sijaitsee puistossa, muut suoraan kiinni korttelirakenteessa. Näistä Cook + Foxin toimisto, Chicagon kaupungintalo, New Providence Wharf ja Block 103 sijaitsevat hyvinkin tiiviissä kaupunkirakenteessa. Maantieteellisesti kohteet edustavat lähinnä eurooppalaisia sekä pohjoisamerikkalaisia viherkattoja. Suomesta mukana ovat sekä julkinen rakennus että yksityinen asuinrakennus.

Osa kohteista on uudisrakennuksia, joihin viherkatto on voitu suunnitella jo hankkeen alusta lähtien. Toiset viherkatot on puolestaan toteutettu vanhaan rakennukseen olemassa olevan kattorakenteen ehdoilla. Uusimmat ovat viime vuosilta, mutta mukana ovat kohteet myös 1970-, 80- ja 90-luvuilta. Etenkin todella tiiviissä kaupunkirakenteessa sijaitseviin vanhoihin rakennuksiin asennetut viherkatot ovat haasteellinen tapaus, ja siksi onnistuneet esimerkit aiheesta ovat kiinnostavia.

Mukana on sekä yleisölle avoimia että vain kauempaa tarkasteltavia kattoja. Esimerkkejä on sekä ohuista, teollisista ekstensiivisistä viherkatoista että runsaammista intensiivisistä kattopuutarhoista. Moniin mainittuihin viherkattoihin liittyy kaupunkiekologisia tai kestävä kehityksen mukaisia pyrkimyksiä, ja useissa tapauksissa katot ovat jatkuvan tutkimuksen ja seurannan alaisina. Tämän lisäksi viherkatot ovat poikkeuksetta esteettisesti huolella suunniteltuja ja olennainen osa rakennusten arkkitehtuuria.

Mukana on julkisia ja hallinnollisia rakennuksia, toimistorakennus, opetus- ja tutkimuskohteita sekä asuinrakennuksia. Kohteet ovat laajuudeltaan melko suuria. Suomessa viherkatot on usein asennettu autokatoksiin tai muihin toissijaisiin rakennuksiin, mutta tällaiset kohteet eivät ole kovin kiinnostavia tai monipuolisia eikä niitä siten ole sisällytetty työhön. Esimerkkikohteet luetellaan aikajärjestyksessä. Tarkemmin esiteltujen kohteiden lisäksi mukana on lyhyt kuvakooste muutamasta muusta mielenkiintoisista viherkattokohteesta maailmalla.



6.3.1 Ulkomaiset

1.

Kalifornian tiedeakatemia
San Francisco, USA
Renzo Piano
2008

Kalifornian tiedeakatemian luonnontieteellinen museo sijaitsee San Franciscon Golden Gate Parkissa. Rakennuksen huomiota herättävin piirre on aaltoileva viherkatto, jonka jyrkkärinteiset pyöreät kupolit toistavat puistoa ympäröivien kukkuloiden muotoja. Viherkatto palvelee tiedeakatemian tehtävää ekologian ja kestävän arkkitehtuurin tutkimuksessa sekä opetuksessa. Yleisöllä on pääsy katon näköalatasanteelle, jolloin katosta tulee osa akatemian näyttelyarkkitehtuuria. Katto esittelee museokävijöille konkreettisen esimerkin urbaanista ekologiasta ja elävästä arkkitehtuurista. (Appl & Ansel 2009, s. 19-22)

Tiedeakatemian viherkatto on pinta-alaltaan noin 18300 m². Kasvillisuuskerroksen paksuus on keskimäärin 15 cm ja paino 850 kg/m³. (Appl & Ansel 2009, s. 19-22) Viherkumpujen rinteet ovat kaltevuudeltaan paikoin yli 60 astetta. Suurimmat haasteet suunnittelulle asettivatkin kasvualustan asentaminen kattokupujen jyrkille rinteille sekä vedenpoiston järjestäminen koko kattopinnalle. (The Greenroof Projects Database) Monimuotoinen katto koostuu biohajoavista, noin 43 cm x 43 cm kokoisista moduuleista, jotka kehitettiin erikseen tie-

deakatemian rakennushanketta varten. Kasvit istutettiin moduuleihin etukäteen taimitarhalla ja moduulit tuotiin rakennuspaikalle valmiina asennettaviksi. Kookoskuidusta valmistetut moduulit eivät sisällä lainkaan muovia tai metallia, joten ne hajoavat vähitellen ja jättävät jälkeensä yhtenäisen kasvimatton. (GSD Materials Collection)

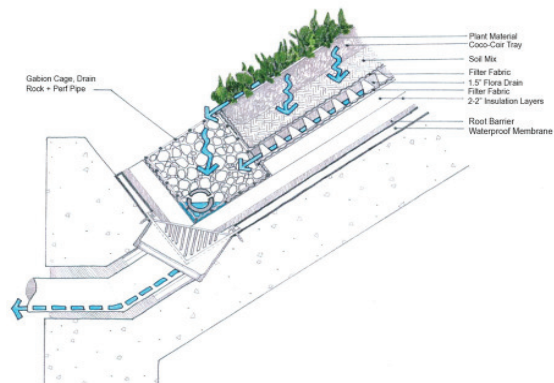
Katon kasvillisuus koostuu yhdeksästä kotoperäisestä kasvilajista. Istuttamista edelsi kolmivuotinen tutkimus, jonka aikana kokeiltiin 30 kasvilajin menestymistä tulevaa viherkattoa vastaavissa olosuhteissa. Valitut kasvilajit kestävät meri-ilmaston suolapitoisuuksia ja tuulia sekä menestyvät vähäisellä vesimäärällä. (California Academy of Sciences) Katto muodostaa alueelle uuden ekologisen käytävän ja kasvillisuus houkuttelee paikalle lukuisia hyönteisiä ja lintulajeja. Akatemian viherkatto on laajin kotoperäisten lajien kasvillisuusvyöhyke koko San Franciscon kaupungin alueella. (Appl & Ansel 2009, s. 19-22)

Tiedeakatemiarakennus sai platinatasoon oikeuttavat 54 LEED-pistettä, joista kuusi annettiin kasvipeitteisestä katosta. Katto muun



- 68 ja 69. Viereinen sivu ja yllä: Kattomaisemaa.
 70. Oikealla: Detaljikuva viherkaton rakenteesta.
 71. Keskellä: Vihermoduulien asentaminen katolle.
 72. Alla: Havainnekuva tiedeakatemiarakennuksesta.

muassa vähentää rakennuksen energiakustannuksia. (Appl & Ansel 2009, s. 19-22) Viherkaton 15 cm paksu maakerros toimii lämmön- ja ääneneristeenä. Tavalliseen kattoon verrattuna se pitää rakennuksen sisälämpötilan noin 6 astetta viileämpänä ja vähentää matalataajuisia ääniä 40 desibelin verran. Ulkona katolla lämpötila on yli 20 astetta perinteistä kattopintaa viileämpi, mikä vähentää osaltaan kaupungin lämpösaarekeilmiötä. Akatemian viherkatto pidättää suurimman osan hulevedestä, ja estää siten epäpuhtauksien kulkeutumisen veden mukana ekosysteemiin. Vihreän kasvipeitteen lisäksi katolla on muitakin energiatehokkaita elementtejä. Katon viherkummuissa on pyöreitä kattoikkunoita, joihin on asennettu lämpöanturit. Ikkunat avautuvat viilentämään rakennusta, kun tietty lämpötila saavutetaan. Istutetun alueen ympärillä on tuhansia aurinkokennoja, jotka tuottavat 5-10 prosenttia akatemian tarvitsemasta energiasta ja vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä yli 180 tonnia vuodessa. Katon rakennuskustannukset olivat noin 9 miljoonaa dollaria eli 6,6 miljoonaa euroa. (The Greenroof Projects Database)





2. Cook+Fox Architectsin toimisto
New York, USA
Cook+Fox Architects
2006

Cook+Fox Architectsin toimiston viherkatto edustaa vanhan rakenteen päälle tehtyä kevyttä kattotyyppiä tiiviissä suurkaupunkiympäristössä. Aiemmin hyödyntämätön kattopinta on otettu käyttöön ja muutettu istutetuksi alueeksi.

Toimiston laajentumisen yhteydessä Cook+Fox tarvitsi uudet tilat. Sopiva toimistotila löytyi vuonna 1902 rakennetun entisen tavaratalon kahdeksannen kerroksen kattohuoneistosta. Näkymät toimistosta avautuvat suoraan suurehkolle kattopinnalle, joka oli aiemmin saavuttamattomissa. Katto haluttiin hyödyntää ja sille asennettiin moduuleista koostuva viherkatto. Istutetun kattopinnan ala on noin 335 m², ja sillä kasvaa kahdeksaa eri kasvilajia, kuten erilaisia maksaruohoja. Yli 500 m²:n laajuiselle kattoterassille on näkymät lähes koko kerroksesta. Työpisteiden väliseinät haluttiin pitää matalina, jolloin suorat näkymät viherkatolle voitiin säilyttää. Auringonvalo tulee kattoterassille lähinnä pohjoisesta ja idästä. (Cook+Fox Architects; The Greenroof Projects Database)

Viherkaton haluttiin olevan kevyt, muunneltava, helppohoitoinen ja edullinen. Vanhan katon muurattu rakenne oli riittävän kestävä kantamaan viherkaton aiheuttamat lisäkuor-

mat, mutta uuden katon paino haluttiin silti minimoida. Lisäkuormien ohella rakennuksen omistajia kiinnostivat viherkaton tiiviys ja viemäröintijärjestelmät. Cook+Fox päätyi lopulta käyttämään joustavaa moduulijärjestelmää, jota pystyttäisiin tarpeen tullen muuttamaan myöhemmin. (Cook+Fox Architects; The Greenroof Projects Database)

Moduuliyksiköt mahdollistivat myös viherkaton rakentamisen monimuotoiselle pinnalle. Vähän hoitoa vaativat kasvit on istutettu polyeteenipusseihin, jotka voidaan asentaa katolle vesieriste- ja juurisuojakerrosten päälle ilman esivalmisteluja. Kohteen vihermoduuleja on helppo käsitellä ja ne voidaan kuljettaa katolle jopa hissillä. Moduulisäkit on täytetty kevyellä maa-aineksella, ja niihin voi istuttaa haluamansa kasvit. Valmiiksi mitattu maa-aines pitää kasvualustan saman paksuisena koko katolla ilman erillistä tasoittamista. Polyeteenipussi estää mullan kulkeutumisen katolta veden ja tuulen mukana. Yksi moduuli on pinta-alaltaan noin puoli neliometriä. Cook+Foxin viherkaton asennuskustannukset alenivat, kun toimiston työntekijät osallistuivat katon rakentamiseen talkootyönä. Katon kokonaishinnaksi muodostui noin 80 € neliometriä kohden. (Luckett 2009, s. 152; The Greenroof Directory; Green Paks)



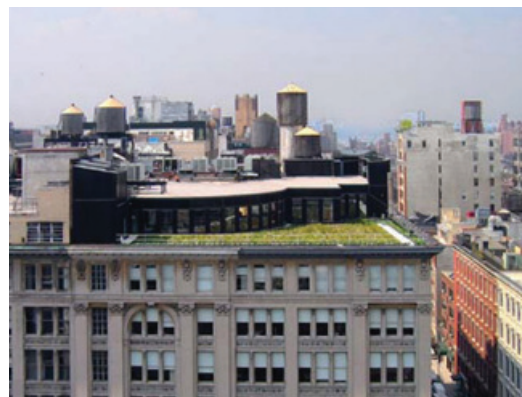
73 ja 74. Viereinen sivu ja yllä: Näkymä katto-tasolta.

75. Vasemmalla: Toimisto-tilojen pohjapiirros.

76. Oikealla: Cook+Foxin viherkatto erottuu ympäröivästä kaupunkimaisemasta.

77. Alla: Viherkaton istutusmoduulit.

78. Alimpana: Näkymä työpisteistä katolle.



Arkkitehtitoimisto on saanut platinatason LEED-luokituksen. Vaikka viherkatto oli vain pieni osatekijä LEED-pisteytyksessä, siitä on muodostunut toimiston tunnusmerkki. Kattoon pääsevät tutustumaan paitsi toimiston työntekijät myös asiakkaat ja vierailijat. Toimisto käyttää kattoa esimerkkinä vihreämmästä tavasta käsitellä hulevesiä, laskea kattopinnan lämpötilaa sekä parantaa paikallista ekosysteemiä ja ihmisten elinympäristöä. Viherkaton rakentamiseen saatiin rahoitusta New Yorkin osavaltion NYSEERDA:lta, joka tukee energiatehokkuutta, vaihtoehtoisia energiamuotoja ja ympäristönsuojelua. Cook+Foxin katto on yksi harvoista laajoista viherkatoista Manhattanilla, joten sitä hyödynnetään tutkittaessa kattokasvillisuutta tiiviissä kaupunkiympäristössä. Katolla tutkitaan muun muassa sadeveden pidättämistä, maksaruohojen kasvunopeutta sekä erilaisia kasvualustojen koostumuksia. (Cook+Fox Architects; The Greenroof Projects Database)



3. Chicago City Hall Chicago, USA McDonough + Partners 2001

Kaupungintalon viherkatto on osa Chicagon kaupungin projektia, jolla halutaan parantaa ilmanlaatua sekä vähentää kaupunkiympäristön lämpösaarekeilmiötä. Kattopuutarha on ensimmäinen laatuaan Chicagossa. Koko katon pinta-ala on noin 3600 m², josta kasvipeitteisen pinnan osuus on noin 1890 m². Rakentaminen aloitettiin huhtikuussa 2000 ja katto oli valmis loppuvuodesta 2001. Kokonaishinnaksi tuli noin 1,85 miljoonaa euroa. Kattopuutarha ei ole yleisölle avoin, mutta sinne avautuu näkymiä ympäröivistä korkeammista rakennuksista. (A Guide to Rooftop Gardening; The Greenroof Projects Database)

Arkkitehtien Holabird & Roche suunnittelema Chicagon kaupungintalo valmistui vuonna 1911. Samalla tontilla kaupungintalon yhteydessä on Cook Countyn vuonna 1908 valmistunut hallintorakennus. (City of Chicago – Chicago Landmarks) Ne ovat samankorkuisia ja näyttävät muodostavan kortteliin yhtenäisen rakennuksen (City of Chicago – City Hall Rooftop Garden). Koska kaupungintalon hallussa on vain puolet rakennuksen tiloista, myös viherkatto on rakennettu vain osaan rakennusta. Katon toinen puolikas on kasvipeitteinen ja toinen bitumikatteinen. (The Greenroof Projects Database)

Kattopuutarhasuunnitelma laadittiin siten, että mikä tahansa markkinoilla olevista viherkattojärjestelmistä olisi sovellettavissa hankkeeseen. Vanhan katon rakenteellinen kantavuus oli yksi tärkeimmistä suunnittelun lähtökohdista. Katto pystyi kannattamaan ohutta viherkattorakennetta kokonaisuudessaan, mutta hieman painavimmat rakenteet sijoitettiin olemassa olevien kattoikkunoiden läheisyyteen ja paksuimmat rakennekerrokset kantavien pilareiden kohdalle. Olemassa olevat kattoikkunat päätettiin säilyttää ja sisällyttää osaksi kattopuutarhaa. (City of Chicago – City Hall Rooftop Garden)

Vaikka yleisöllä ja rakennuksen käyttäjillä ei ole pääsyä katolle, projektin tehtävä havainnollisena esimerkkinä edellytti monipuolisen viherkattoympäristön luomista. Rakenne vaihtelee noin 9 cm syvästä ekstensiivisestä järjestelmästä 60 cm syviin intensiivisen kasvillisuuden saarekkeisiin. Aaltoileva maisema luotiin käyttämällä noin 400 m³ polystyreeniä kasvillisuuden alla. Lopputulos vastaa enemmän muotopuutarhaa kuin yleisempää niitty-mäistä viherkattoa. Kattopuutarhassa on yli 20000 ruohokasvia ja yli 150 eri lajiketta, joiden menestymistä katolla seurataan jatkuvasti. Katolla kasvaa myös kahta puulajia. Kasvilajien valintaperusteena oli niiden menestyminen



katon tuulisissa, kuivissa ja auringonpaahteisissa oloissa. Suurin osa lajeista on Chicagon alueen kotoperäisiä preeriakasveja. (City of Chicago – City Hall Rooftop Garden; Roofscapes Inc.)

Sadevesi kerätään talteen, mutta kuivien kausien varalta katolle on asennettu lisäkastelujärjestelmä. Tässä järjestelmässä vesi siirretään kasvien juuristoon tippa kerrallaan, jolloin maa pysyy kosteana. Kasteluvesi saadaan osittain kerättyä sadevedestä. Viherkatto imeyttää sadevettä ja voi pidättää 25 mm:n sademäärästä jopa 75 % ennen sen päätymistä viemäreihin. Kattopuutarha viilentää rakennusta kesäisin, ja vähentää siten kaupungintalon ilmastointiin tarvittavaa energiaa. Viherkatto aiheuttaa suoria säästöjä energiankulutukseen varjostuksen, haihdunnan ja eristysominaisuuksiensa ansiosta. Vuotuiset säästöt energiakustannuksissa ovat noin 3600 dollaria eli 2650 euroa. Kaupungintalon viherkaton lämpötila jää vuodessa keskimäärin 4 °C alemmaksi kuin ympäröivät katot, ja kesällä ero on lähes 17 °C. (City of Chicago – City Hall Rooftop Garden; Roofscapes Inc.)

Katolla on sääasemia, joilla seurataan lämpötilaa, sademäärää sekä tuulen nopeutta ja suuntaa. Sääasemia on asennettu sekä kaupungintalon viherkatolle että viereiselle tavalliselle katolle, joten tulosten perusteella eri kattoympäristöjen olosuhteita voidaan vertailla. Kerätyn tiedon avulla voidaan sekä arvioida kyseistä viherkattoa että ohjeistaa kaupunkilaisia viherkaton rakentamisessa (A Guide to Rooftop Gardening; The Greenroof Projects Database).



79. Viereinen sivu: Viherkatto keskellä kaupunkia.
80. Yllä: Aaltoileva kattomaisema.
81. Vasemmalla: Kaupungintalo alkuperäisessä asussaan.
82. Alla: Kattopuutarha näkyy viereisistä rakennuksista.
83. Alimpana: Puolet korttelin katopinnasta on kasvillisuuden peitossa.





4. New Providence Wharf Lontoo, Iso-Britannia Skidmore, Owings & Merrill (SOM) 2001-

New Providence Wharf on entinen teollisuus-alue Itä-Lontoon Docklandsissa. Kun alue poistui alkuperäisestä käytöstä, se muuttui vähitellen nurmeltuneeksi joutomaaksi. Aluetta alettiin vuodesta 2001 kehittää vaiheittain uuteen käyttöön, ja nyt siellä on yli 1000 asuntoa, hotelli sekä noin 42,500 m² toimisto- ja liiketila. Rakentaminen on tapahtunut neljässä vaiheessa, joista viimeisin on vielä kesken. (Appl & Ansel 2009, s. 75-78)

Viherkatot olivat olennainen suunnitelmaa alusta saakka. Valtion luonnonsuojelusta vastaava virasto ehdotti New Providence Wharfiin kasvipeitteisiä kattoja, jotka muodostaisivat elinympäristön erälle alueen uhanalaisille eläinlajeille, kuten mustaleppälinnulle. Projektin alkaessa viherkatot ja niiden yhteys kaupunkiympäristön biodiversiteettiin olivat melko tuntematon käsite Iso-Britanniassa, ja arkkitehdit tekivät koko hankkeen ajan tiivistä yhteistyötä paikallisten viranomaisten kanssa kattojen toteuttamiseksi. Luonnonsuojelutavoitteet on kohdistettu lähinnä alueen niille katoille, joihin kaupunkilaisilla ei ole pääsyä. Sitä vastoin yksityisten terassien viherkatot toimivat ensisijaisesti asuntojen ulkotilana. (Livingstone & Rogers 2007; Appl & Ansel 2009, s. 75-78)

Ensimmäisessä vaiheessa rakennettiin terasoitu asuinrakennus, joka on yksityinen asuntohanke. Rakennuksen katto nousee asteittain 12 kerroksesta 19 kerroksen korkeuteen. Kattopuutarhat rakennettiin kerroksiin 12-18. Sisäpihalla on laaja ovaalinmuotoinen nurmikenttä, joka peittää maanalaisen pysäköintihallin (Livingstone & Rogers 2007; Appl & Ansel 2009, s. 75-78). Nurmikenttä uima-altaan on kaikille avointa tilaa. Sisäpihalle on rakennettu myös joelle avautuva terassi sekä kanava, joka luo yksityisyyttä samassa tasossa sijaitsevien ensimmäisen kerroksen asuntojen parvekkeille. Ylimpien kerrosten kattoterasseihin on yhdistetty intensiivinen käännetty viherkattorakenne. Kattohuoneistojen terasseilla on nurmikenttä, matalia ikivihreitä pensaita sekä uima-allas. Viherkaton pinta-ala on noin 3000 m², ja yksittäinen terassialue on kooltaan noin 40 m². (The Greenroof Projects Database)

Toisen vaiheen rakennus, the Michigan building, on S-kirjaimen muotoinen asuintalo, jossa on sekä vuokra- että omistusasuntoja. Rakennuksessa on laaja maksaruohopeitteinen katto, joka ei ole kaupunkilaisten saavutettavissa. Viherkaton maksaruohot on istutettu pistokkaina. Istutus ei kuitenkaan onnistunut aivan täydellisesti, sillä Thamesin kovat tuulet



veivät osan katon reunan kasveista mukanaan. Asuinrakennusten katoille on asennettu sadevedenkeräysjärjestelmät. (Livingstone & Rogers 2007; Appl & Ansel 2009, s. 75-78)

Kolmannessa vaiheessa vuonna 2007 valmistuivat Radisson Hotel ja Ontario Tower. 29-kerroksisen Ontario Towerin yhteydessä olevan hotellin viherkaton tarkoitus oli sekä säilyttää alueella aikaisemmin vallinnut jouktoon biodiversiteettiä että samalla luoda esteettisesti miellyttävä kokonaisuus, jota voi tarkastella viereisestä asuintornista. Katto onkin Lontoon ensimmäinen biodiversiteettiä ylläpitävä viherkatto, jonka ulkomuoto on yhtä tärkeä kuin luonnonsuojelupyrkimykset. Kattoa pidetään siten esimerkillisenä projektina, ja se on saanut laajaa julkisuutta. Hotellin viherkatto on pinta-alaltaan noin 400 m². Kasvillisuus valittiin siten, että se houkuttelee hyönteisiä ja maassa pesiviä lintuja. (Appl & Ansel 2009, s. 75-78) Aikaisempien istutusongelmien vuoksi hotellin viherkatossa käytettiin toisenlaista tekniikkaa. Katon reunoilla on 1,5 metriä leveä vyöhyke, jossa kasvaa muun muassa mak-saruohoa. Keskellä on vaihtelevan paksuinen maakerros, johon on istutettu villikukkia. Kattoon on sijoitettu myös lampi, jolloin on saatu aikaan vaihtelevia elinympäristöjä, jotka sopivat monille eläinlajeille. Viherkaton kehitystä seurataan vaihe vaiheelta. (Livingstone & Rogers 2007)

Viimeisessä vaiheessa rakennettava the Quebec building on saanut rakennusluvan. Maan-



84. Viereinen sivu: Havainneilmakuva New Providence Wharfin alueelta.

85 ja 86. Yllä: Radisson Hotelin ekstensiivinen viherkatto.

87. Vasemmalla: Ontario Tower ja New Providence building.

88. Alla: Terassoituvan New Providence buildingin viherkatot.



tasoon tulee julkista avointa tilaa nurmikoi-neen, leikkipaikkoineen, vesialtaineen ja istutuksineen. Kattopinnoille istutetaan mak-saruohoa ja paikallisia luonnonkukkia. Myös näille katoille luodaan hyönteisille ja linnuille soveltuvia elinympäristöjä. (Appl & Ansel 2009, s. 75-78)



5. Augustenborgs Botaniska Takträdgård Augustenborgin kasvitieteellinen kattopuutarha Malmö 2001

Augustenborgin viherkatto on maailman ensimmäinen kasvitieteellinen kattopuutarha. Rakennushanke alkoi vuonna 1999 ja katto avattiin kaksi vuotta myöhemmin. Hankkeen tavoitteena on työskennellä kestävän kaupunkikehityksen puolesta ja edistää viherkattojen rakentamista Skandinaviassa. Kattopuutarhan rakentamista ovat tukeneet muun muassa EU ja Ruotsin ympäristöministeriö. (Scandinavian Green Roof)

Puutarha sijaitsee Augustenborgin asuinalueella ruotsalaisen tutkimuslaitoksen, Scandinavian Green Roof Institutin, käytössä olevien teollisuusrakennusten katoilla. Kattopuutarhan laajuus on yhteensä 9500 m². Se on tarkoitettu sekä viherkattojen tutkimiseen että yleisölle esittelyyn. Katolla tekevät tutkimusta muun muassa Ruotsin maataloustieteellinen yliopiston (SLU) sekä Lundin yliopiston tutkijat. (The Greenroof Projects Database)

Kattopuutarha muodostuu useasta erilaisesta ja eri tarkoitukseen rakennetusta viherkatosta, joiden kattokulmat, kasvilajit ja rakenteiden paksuudet vaihtelevat. Katoilla tarkkaillaan muun muassa veden pidättämistä, hulevesien laatua ja kasvien kehittymistä. Lisäksi tutkitaan biodiversiteetin säilyttämistä, erilaisia kasvillisuuden asennusmenetelmiä

sekä aurinkopaneelien käyttöä. Katoilla on niin vihannespuutarha kuin itsestään leviävää kasvillisuuttakin. Kohteessa on myös eri tavoin muotoiltuja puutarhoja, joiden tarkoitus on innostaa kävijöitä. (Scandinavian Green Roof)

Augustenborgin kattopuutarhalla ei ole lopullista ulkomuotoa, vaan se muuttuu jatkuvasti tutkimustarpeiden mukaan. Katolla aloitetaan uusia tutkimusprojekteja, kokeillaan erilaisia tekniikoita ja suunnitellaan uudelleen puutarhan osia. (Scandinavian Green Roof)

89 ja 90. Viereinen sivu ja oikealla: Erilaisia kasvillisuus-alueita.

91. Alla vasemmalla: Keinotekoisilla polystyreenista rakennetuilla kukkuloilla kasvaa paikallisia lajeja.

92. Alla oikealla: Katolle on rakennettu erilaisia elinympäristöjä muun muassa purkumateriaaleista.

93 ja 94. Alimpana: Kaikille kattopinnoille ei ole yleistä kulkua.





6. TU Delftin kirjasto
Delft, Alankomaat
Mecanoo Architecten
1997

Delftin teknillisen yliopiston kirjasto sijaitsee 1960-luvulla rakennetulla kampusalueella. Vieressä on Van den Broek & Bakeman suunnittelema betonibrutalistinen auditoriorakennus vuodelta 1966. Kirjaston suunnitteluvaihe oli vuosina 1993-1995 ja rakennus toteutettiin 1996-1997. 15000 m² laajaan kirjastoon on sijoitettu muun muassa maanalainen kirja-arkisto, lukusaleja, toimistoja, näyttelytiloja, opiskelutiloja sekä kirjakauppa. Kirjasto palvelee päivittäin kolmeentuhatta opiskelijaa. Suunnitelman tavoitteena oli muodostaa kirjastosta kampuksen maamerkki ja yliopiston keskeinen kohtaamispaikka. Mecanoo haki suunnitelmassa kontrastia massiiviseen auditoriorakennukseen ja muutosta betoniseen ympäristöön integroimalla uuden kirjastorakennuksen kiinteästi maastoon. (Mecanoo Architecten; Universiteitsbibliotheek Gent)

Nurmikenttä on nostettu kulmastaan ja kirjastotilat on sijoitettu sen alle. Kapeat teräspilarit kannattelevat kattoa, ja ruohomaton reunoilla kirjastoa kiertävät kaltevat lasiseinät. Laajan viherkaton puhkaisee teräspilarien kannattama kartio, jonka läpi päivänvaloa virtaa lukusaleihin. Kartion sisällä on kierreportaiden yhdistämiä opiskelutiloja neljässä kerroksessa. Rinteen alkupäässä on leveät portaavat, jotka johtavat sisäänkäyntisyvennykseen. Intensiivi-

sen ruohokaton pinta-ala on 1500 m² ja kaltevuus 15 %. Katto on julkista tilaa, jonne voi kävellä ja joka on avoin kaikille. Talvella katto muuttuu lumen peittämäksi laskettelumäkeksi. (The Greenroof Projects Database; Universiteitsbibliotheek Gent)

Kattokasvillisuus toimii lämmöneristeenä, jolloin sisätilojen alttius lämpötilavaihtelulle vähenee. Kesäisin viherkatto jäähdyttää ympäristöä, kun kattokasvillisuuden pidättämä sadevesi vähitellen haihtuu. Katolla on myös hyvä ääneneristävyys. Viherkaton lisäksi rakennuksessa on käytetty muitakin ekologisia menetelmiä muun muassa aurinkosuojauksella varustetussa lasijulkisivussa. Lämmityksessä ja jäähdytyksessä on hyödynnetty pohjaveden lämmönvarastointikykyä rakentamalla maanalainen lämmönvaraaja, jolloin on myös välttytty asentamasta viherkaton ylimääräisiä jäähdytyslaitteita. (Universiteitsbibliotheek Gent)

Viherkatto uusittiin kesällä 2009. Rakennus kärsi vesivahingoista jo alkuvaiheessa. Vesieristekerros oli vahingoittunut, joten koko kate päätettiin uusiksi. Ruohokasvuston alla oleva vanha katekerros vaihdettiin ja katolle asennettiin uusi nurmi. (Grasdak TU Delft Library; TU Delft Library)



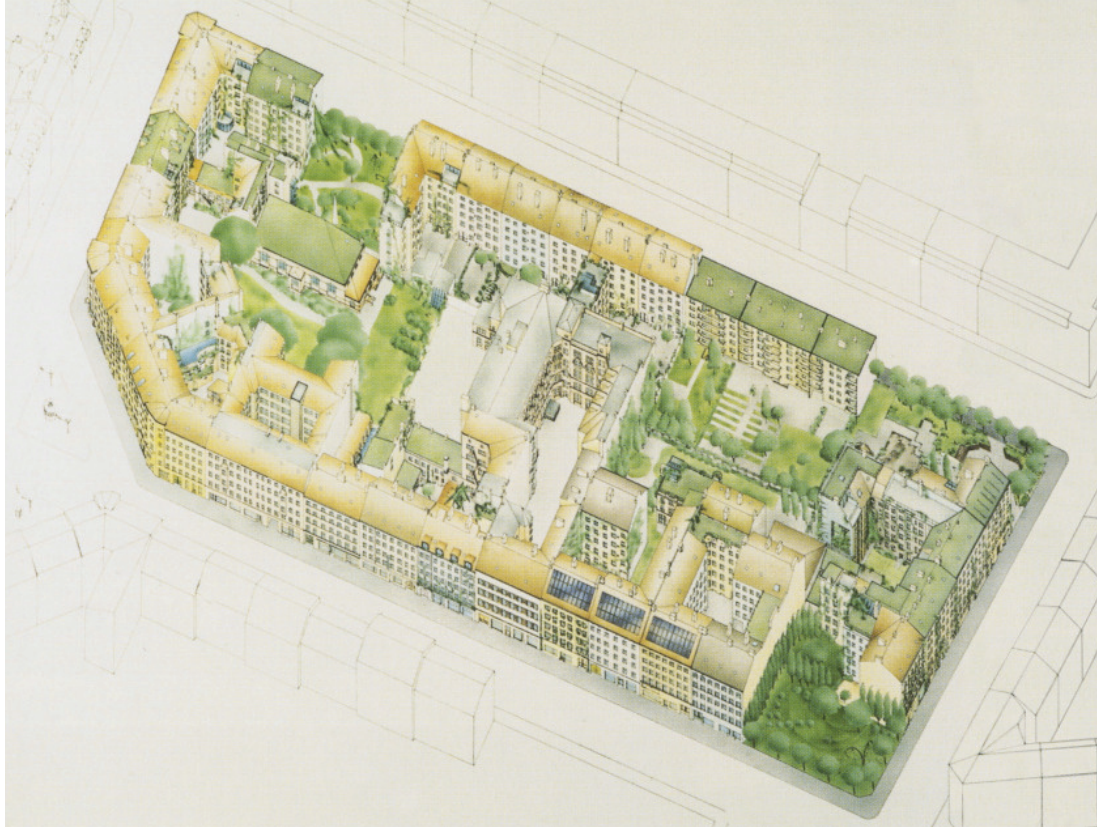
95. Viereinen sivu: Tulpapaaneja kirjaston katolla.

96 ja 97. Ylhäällä: Mecnoo-toimiston kuvia kirjastorakennuksesta.

98. Oikealla: Portaat sisäänkäyntiin.

99. Alla: Talvella viherkatto muuttuu laskettelumäeksi.





7. Block 103

Kreuzberg, Berliini

1991

(Steffan & Prytula 2004, s. 107-119)

Asuinkortteli Block 103 liittyy Berliinissä 1980-luvun puolivälissä järjestettyihin asuonmessuihin (*IBA*). Hanke on ekologisen rakentamisen malliprojekti, jossa korttelin 23 asuinrakennusta saneerattiin yhteistyössä korttelin asukkaiden kanssa. Rakentaminen aloitettiin vuonna 1986 ja projekti valmistui vuonna 1991. Tarkoituksena oli parantaa keskik kaupungissa sijaitsevan korttelin asumisympäristöä, asumisen laatua ja teknistä infrastruktuuria kestävän kehityksen periaattein. Korttelissa on sittemmin ilmennyt uuden kunnostuksen tarvetta.

Alue oli vaurioitunut pahasti toisessa maailmansodassa. Poismuutto oli vilkasta, ja alueelle jäivät vain ne, joilla ei ollut muuta vaihtoehtoa. Asuminen oli halpaa ja asumisen taso matala. Kortteli oli ennen saneerausta heikossa kunnossa. Monet korttelin rakennuksista olivat lähes asuinkelvottomia ja tyhjillään, ja ne aiottiin purkaa. Asuttujen talojen asunnot olivat huonolaatuisia ja tilasta oli puutetta. Tyhjillään seisoviin rakennuksiin asettui asunnonvaltaaja. Ilmanlaatu oli 1980-luvulla kaupunginosassa Länsi-Berliinin epäpuhtain.

Ekologisessa rakentamisessa huomioitiin energia, vesi, ilmasto ja vihreys, ympäristöystävälliset rakennusmateriaalit sekä jätteiden

kierrätys. Korttelissa on hyödynnetty muun muassa harmaiden vesien puhdistusta, aurinkopaneeleita, kompostointia sekä katto- ja julkisivukasvillisuutta. Käytetty tekniikka oli vielä siihen aikaan kokeiluasteella. Tavoitteena oli vähentää ympäristöhaittoja sekä energian- ja vedenkulutusta. Harmaiden vesien puhdistamisen lisäksi korttelissa kerätään sadevettä ja käytetään sitä kattokasvillisuuden kasteluun. Puhdistamiseen käytettiin muun muassa kasvillisuutta, jota oli istutettu seinään kiinnitettyihin astioihin. Järjestelmä ei ole enää käytössä.

Kortteliin liitettiin niin piha-, julkisivu- kuin kattokasvillisuuttakin. Kasvillisuudella haluttiin parantaa pienilmastoa, vähentää ilman-saasteita, kosteuttaa ilmaa ja parantaa asukkaiden oleskeluympäristöä. Korttelin 11 rakennukseen asennettiin kattokasvillisuutta. Viherkattoja ja kattoterasseja rakennettiin yhteensä 1232 m². Katoista seitsemän on ekstensiivisiä viherkattoja ja neljä intensiivisiä. Asennettujen intensiivisten viherkattojen kasvukerroksen paksuus on vähintään 15 cm ja niiden kasvillisuutta hoidetaan säännöllisesti. Ekstensiiviset katot vaativat vähemmän hoitoa, mutta keskikesällä niitä kastellaan. Etenkin asukkaiden saavutettavissa olevat kattoterassit ovat aktii-



100. Viereinen sivu: Havainnekuva korttelista.
 101. Ylhäällä vasemmalla: Harmaiden vesien puhdistusta julkisivukasvillisuuden avulla.
 102 Ylhäällä oikealla: Kattopuutarhoja.
 103. Toiseksi ylimpänä: Aurinkopaneelit katolla.
 104. Toiseksi alimpana: Sisäpiha.
 105. Alimpana: Julkisivukasvillisuutta.

visessa käytössä asukkaiden puutarhoina ja parvekkeina.

Kortteliin asennettu julkisivukasvillisuus parantaa ahtaan sisäpihan huonolaatuista ilmaa tehokkaasti. Kesäisin viherseinät viilentävät pihaa yöllä sekä sitovat pölyä ja epäpuhtauksia. Taloilla on pieniä, keskimäärin 175-neliöisiä monitoimipihoja, joille laadittiin yhdessä asukkaiden kanssa vihersuunnitelma. Kasvipeitteisten piha-alueiden määrä kasvoi 48 m²:stä 810 m²:iin. Korttelissa on 63 % vettä läpäisemätöntä pintaa, mikä on selvästi vähemmän kuin itäisen Kreuzbergin vastaavissa kortteleissa keskimäärin. Orgaaninen jäte kompostoidaan korttelissa ja käytetään pihan ja puutarhojen hoitoon.



6.3.2 Kotimaiset

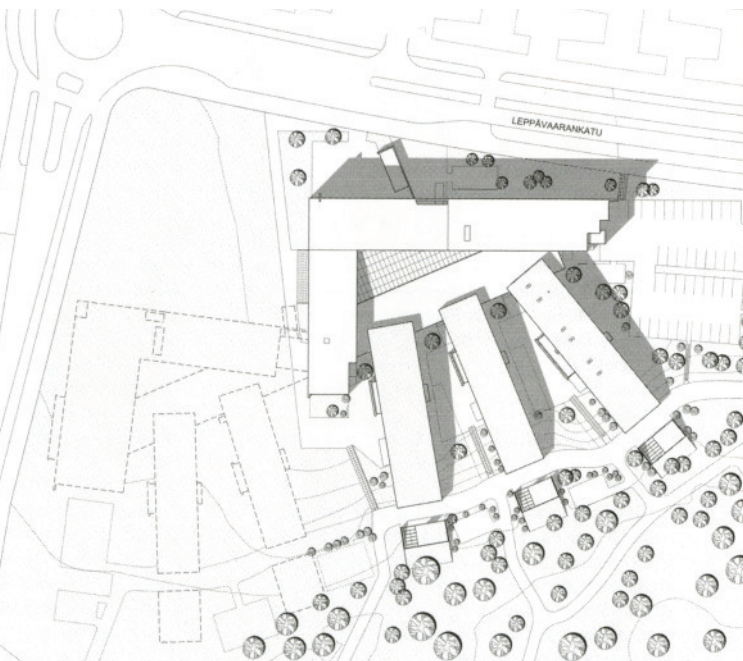
1. Ruusutorpan koulu Leppävaara, Espoo Arkkitehtitoimisto Tilatakomo Oy 2004

Espoon Ruusutorpan koulusta järjestettiin arkkitehtikilpailu vuonna 1996 ja rakennustyöt käynnistyivät joulukuussa 2000. Rakentaminen toteutettiin kahdessa vaiheessa, joista ensimmäinen päättyi 2002 ja toinen 2004. Ensimmäisen rakennusvaiheen laajuus oli 8318 m² ja toisen vaiheen 4880 m², yhteensä 13198 m². (Arkkitehtitoimisto Tilatakomo Oy)

Koulu on jaettu päärakennuksen lisäksi viiteen siipeen. Rakennuksen muurimainen, L-mallinen osa rajautuu pohjoisessa Leppävaarankaan ja liittyy osaksi kaupunkimaista rakennusrivistöä. Viisi pienempää siipeä liittyvät puolestaan Ruusutorpan puiston puoleiseen maisemaan. Tontin metsäinen osa jäi pääosin rakentamattomaksi. (Peltoranta 2002; Talonpoika 2004)

Viherkatto on olennainen osa Espoon Ruusutorpan koulurakennuksen arkkitehtuuria. Etelään suuntautuvissa kaksikerroksisissa siipiosissa on VegTechin sammalmaksaruohokatto (Pynninen 24.11.2009). Matalat siivet liittyvät vinosti L-runkoon ja laskevat kohti viereistä metsäaluetta. Viherkatot viestivät suhteesta luontoon ja liittävät luonnon osaksi rakennettua ympäristöä. (Talonpoika 2004) Katoilta ei kuitenkaan ole suoraa yhteyttä maanpintaan.

Ruusutorpan koulu on ekologisen opetuksen mallikoulu, joka rakennusmateriaaleissa ja teknisissä ratkaisuissa tavoiteltiin kestävän kehityksen mukaista lopputulosta. Yhdessä siivessä luokahuoneiden ilmanvaihto toteutettu painovoimaisena ja tilojen jäähdyttämiseen käytetään kalliosta saatavaa pohjavettä. Rakennus avautuu energiataloudellisesti etelään. (Talonpoika 2004)



106. Viereinen sivu: Puuverhottu viherkattainen siipiosa.

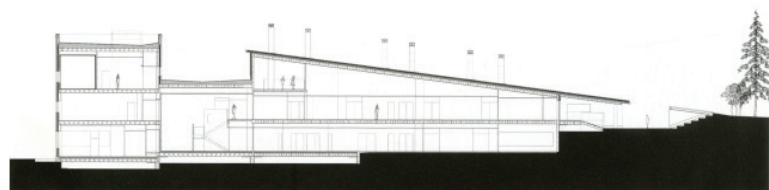
107. Ylhäällä vasemmalla: Asemapiirros.

108. Ylhäällä oikealla: Ilmakuva.

109. Toiseksi ylimpänä: Leikkaus vinon viherkaton kohdalta.

110. Toiseksi alimpana: Kulkuväylä matalien siipien takana.

111. Alimpana: Maksaruohokatot eivät yllä maahan asti.



Kantavana rakennejärjestelmänä on pilari-palkki-ontelolaattarakenne. Rungon rakenteet ovat pääosin teräsbetonisia elementtirakenteita ja täydentävät rakenteet ovat paikalla muurattuja tai puurakenteisia. Kattorakenteena on ontelolaattarakenne, vesikate on kumibitumikermiä. Viherkate oli rakennuttajan erillishankinta, joka asennettiin normaalin vesieristysten päälle. L-massan julkisivuverhouksena on suurtilimuuraus, siivet puolestaan ovat puuverhottuja. (Peltoranta 2002)



Kaksikerroksiset solusiivet on jaettu luokkatoimille siten, että kunkin solusiiven oppilailla on omat välituntipihansa. Siivet liittyvät L-runگون keskusaulan kautta, ja siipien molempiin kerroksiin on oma sisäänkäyntinsä. Kaikilla siipiosilla on oma tunnusvärinsä. Siipien vesikatto ja ylemmän kerroksen luokkien sisäkatot nousevat vinosti ylöspäin kohti päärakennuksen massaa. (Peltoranta 2002; Talonpoika 2004)





112. Pohjoispuolen viherkatto.

2. Villa Solbranten
Kilo, Espoo
Bruno Erat ja Matti Niemi
1978

Espoon Kiloon rakennettiin vuonna 1978 kaksi ekologisen rakentamisen koetaloa, joissa tutkitaan muun muassa aurinkolämmitystä, lämmön varastointia ja jätteiden käsittelyä. Talojen avulla haluttiin osoittaa, että auringosta voi olla hyötyä lämmityksessä myös Suomen leveysasteilla. Samalla haluttiin kumota käsitys siitä, että ekotalo on ruma ja täynnä tekniikkaa. (Erat & Niemi 1979) Rakennukset ovat osoitus siitä, että Suomessakin seurattiin ajan henkeä ja oltiin mukana kestävän rakentamisen kehityksessä.

Esikuvana suunnittelussa oli luonnon kiertokulku. Rakennukset keräävät suurimman osan tarvittavasta lämpöenergiasta ja käyttävät sitä säästeliäästi. Lämmönhukkaa on estetty jakamalla talot lämpimiin ja puolilämpimiin tiloihin, ja lisäksi rakennukset on eristetty ja tiivistetty hyvin. Talot aukeavat etelään ja sulkeutuvat pohjoiseen. Oleskelutilat sijaitsevat eteläpuolella ja palvelevat tilat ovat puskuri-vyöhykkeenä pohjoispuolella. Pääasiallinen lämmönlähde on aurinko, jonka lämpöä kerätään eteläjulkisivun aurinkokeräimillä. Aurinkoenergian aktiivisen ja passiivisen hyödyntämisen lisäksi lämmityksessä käytetään puuta ja sähköä. (Erat & Niemi 1979; Hänninen 2008a)

Poistoilmasta otetaan lämpöä talteen ja pesuvedet jäähdytetään putkistossa kasvihuoneen alla. Asumisesta syntyvät jätteet hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti. Likavedet puhdistetaan biologisessa puhdistamossa ja orgaaniset jätteet kuivakompostoidaan, ja syntyvät lannoitteet hyödynnetään kasvihuoneessa. (Erat & Niemi 1979)

Tavoitteena on ollut tehdä talot osaksi luonnollista ympäristöä sekä toiminnallisesti että ulkonäöltään. Rakennusmassat on sijoitettu maaston luonnollisten muotojen mukaan. Olemassa olevaa kasvillisuutta säästettiin mahdollisimman paljon; vain varjostavat kuuset poistettiin. Rakentamisessa käytettiin mahdollisimman paljon luonnollisia materiaaleja sekä lähiympäristössä esiintyviä värisävyjä. Talossa on myös kasvihuone. (Erat & Niemi 1979)

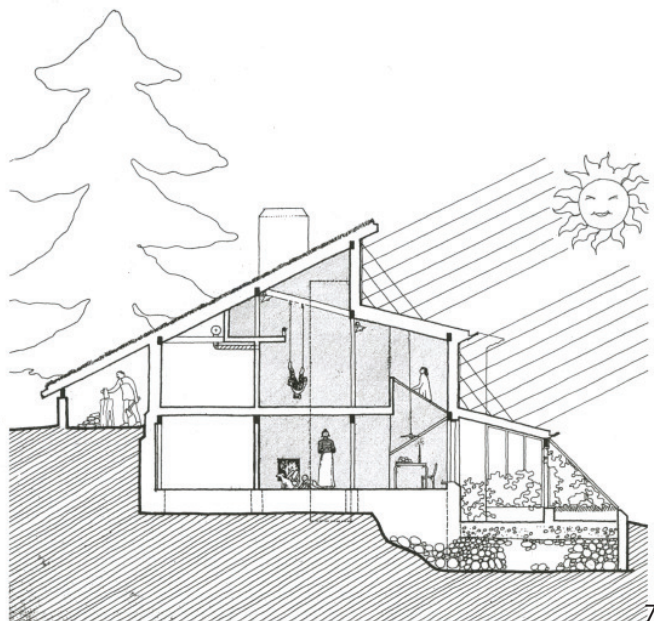
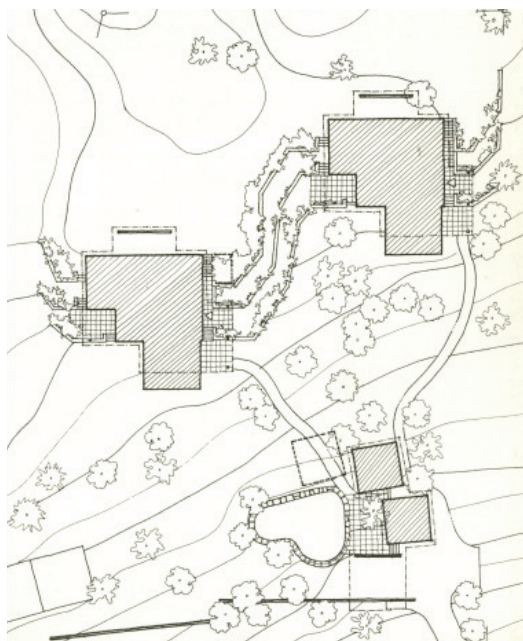
Luonnonkivimuurit, jotka rakennettiin kellarin lounnasta saaduilla kivillä sekä pohjoispuolen maahan asti ulottuvat viherkatot liittävät rakennuksen ympäristöönsä. Katolla kasvaa nelisenkymmentä eri kasvilajia. Rakentamisen luonnolle aiheuttamia häiriöitä pyrittiin parantamaan siirtämällä aluskasvillisuutta entisille paikoilleen ja istuttamalla kivimuurien muodostamille terasseille kasveja. Tavoitteena oli,



113 ja 114. Ylhäällä: Rakennus maastoutuu
ympäristöönsä.
115. Oikealla: Eteläjulkisivu.
116. Alhaalla vasemmalla: Asemapiirros.
117. Alhaalla oikealla: Leikkaus.

että vuosien saatossa talot sulautuvat täysin luontoon. (Erat & Niemi 1979; Hänninen 2008a)

Ekotalojen toimintaa on seurattu ja mitattu. Tavoitteena oli soveltaa hyviksi havaittuja komponentteja laajemmin tyyppitaloihin. Etenkin talojen jakaminen lämpimiin ja puolilämpimiin tiloihin on osoittautunut tehokkaaksi tavaksi säästää energiaa. (Erat & Niemi 1979)





6.3.3 Muutamia viherkattokohteita

118. Vasemmalla:
Hundertwasserhaus
Wien, Itävalta
1986

119. Alla:
Mountain Dwellings (VM Bjerget)
Kööpenhamina, Tanska.
2008





120. Vasemmalla:
FiftyTwoDegrees
Nijmegen, Alankomaat
2006

121. Alla:
Nanyang Technological University
Singapore
2006

122. Alimpana:
ACROS
Fukuoka, Japani
1994



7 Ranta-Tampella

7.1 Viherkattorakentamisen lähtökohtia Tampereella

7.1.1 Tampereen kaupunkirakenteen tiivistäminen

Kaupunkirakennetta pyritään eheyttämään myös Tampereella. Asumisväljyys on ollut pitkään kasvussa ja vaikka kasvuvauhti on viime vuosina hidastunut, ennustetaan asuntojen pinta-alan edelleen suurentuvan ja asuminen väljentyvän. Tämä kehitys lisää osaltaan painetta kaupunkirakenteen tiivistämiseen ja uusien asuinalueiden rakentamiseen. (Salovaara 2009, s. 14) Puolet Tampereen lisärakentamisen tarpeesta johtuu väkiluvun kasvusta ja toinen puoli asuntoväljyyden lisäyksestä sekä asuntokuntakoon pienenemisestä. Lisärakentamisen tarve on yli kolme miljoonaa kerrosalaneliömetriä vuoteen 2030 mennessä, mikä merkitsee noin 40 prosentin lisäystä nykyiseen asuntorakennuskantaan. (Anttonen, Laihosalo & Leino 2008, s. 41)

1980-luvun lopulla Tampereen yhdyskuntarakenne oli levittäytynyt jo koko kantakaupungin alueelle, joten lisärakentamiselle oli haettava alueita rakenteen sisältä. Siten yleiskaavoituksen teemaksi muotoutui täydennysrakentaminen, mikä tarkoitti tarkkaa kantakaupungin vapaa- ja välialueiden tutkimista. Samalla määriteltiin viheralueina säilytettävät ja kehitettävät alueet. (Anttonen ym. 2008, s. 41-42) 1990-luvulta alkaen tehty täydennyskaavoitus on usein merkinnyt viheralueiden tai niiden osien muuttamista asuinkäyttöön. Uusia alueita on otettu asuinkäyttöön myös keskustan ulkopuolella, ja samalla rakentamattomien luontoalueiden määrä on vähentynyt. Viheralueen määrä asukasta kohden on kuitenkin säilynyt lähes ennallaan, sillä kaupungin pinta-alan kasvun myötä on lisääntynyt myös asemakaavoitettujen viheralueiden määrä. (Salovaara 2009, s. 16)

Kaupunkirakenteen eheyttämiseen liittyvät muun muassa Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen Tampereella (EHYT) -hanke sekä Ranta-Tampellan alueen hyödyntäminen. Eheyttämishankkeessa etsitään asuntorakentamiseen soveltuvia alueita täydentämällä ja jatkamalla olevaa kaupunkirakennetta. Painotus on ny-

kyisten asutokortteleiden täydennysrakentamisessa, mutta hankkeessa selvitetään myös erilaisten välialueiden hyödyntämistä sekä mahdollisuuksia muuhunkin kuin asuinrakentamisen. Näitä mahdollisia muutos- ja välialueita ovat muun muassa teollisuusalueet, rata-pihat, pysäköintikentät sekä käyttämättömät viheralueet. (Tampereen kaupunki 2009b)

7.1.2 Pikkukaupunki vai metropoli

Mittakaavaero suomalaisten kaupunkien ja ulkomaisten miljoonakaupunkien välillä on toki valtava. Todella tiiviissä kivikaupungeissa jokainen lisäneliö vihreää on tarpeen, kun taas Suomessa kaupunkiympäristö on harvoin täysin rakennettua. Rakennusten ja muun infrastruktuurin varaama tila kuitenkin kasvaa, ja viheralueet ovat uhattuina. Kun halutaan välttää kaupunkirakenteen laajentaminen koskemattomiin metsiin, ydinkeskustojen viheralueet ja joutomaat on otettu tarkastelun alle uutta rakennusmaata etsittäessä.

Suomalaisistakin kaupungeista löytyy harmaata ja epäviihtyisää kattopintaa, joka ei varsinaisesti paranna elinympäristön laatua. Suurkaupunkeihin liittyvä kaupunkikeskustojen lämpösaarekeilmiö ei ole niin olennainen suomalaisittain harvassa kaupunkirakenteessa. Viherkattoihin liittyy silti monentasoisia muitakin hyötyjä, jotka voitaisiin hyvin ottaa lähempään tarkasteluun myös Suomessa.

Vaikka viherkatot eivät voi korvata perinteisiä viheralueita, ne voivat toimia täydentävinä linkkeinä myös biodiversiteetin säilyttämisessä. Katot sopivat elinympäristöiksi vain tietyille kasvi- ja eläinlajeille, mutta tuovat osaltaan monimuotoisuutta kaupunkiympäristöön. Jos viherkatto on kaupunkilaisten saavuttamattomissa, se saattaa soveltua sitäkin paremmille muille eliöille. Tavallisetkin kattotasanteet tai vinokatot ovat hyviä pesimäpaikkoja linnuille (Kosonen 2008). Etenkin lokit ovat löytäneet



123. Lunta viherkatolla Bostonissa.

kattoympäristöt, joissa ei ole petoja eikä kilpailua. Tasakaton murske- tai hiekkapintaan voi juurtua kasvillisuutta, joka on hyvä pesäalusta. Katoilla voi kasvaa myös puita. Kasvillisuuden selviämiskyvystä kertovat Tampereen Hatanpäällä sijaitsevat Lokomon hiekkapintaiset katot, joilta löydettiin vuonna 1993 jopa 42 eri siemenkasvilajia.

Asuntoihin liittyvät ulkotilat ovat usein esillä uudentyypisistä kaupunkimaisesta asumisesta keskusteltaessa. Viherkatot voisivat soveltua asuntojen laajentamiseen rakennuksen ulkopuolelle. Ne voivat olla paitsi yksityisiä, eräänlaiseen luksusasumiseen liittyviä tiloja, myös kerrostaloasukkaiden yhteistilaa. Käyttämättömät kattopinnat voidaan hyödyntää oleskeluun ja virkistystoimintaan. Tähän liittyy kiinteästi useammankin tahon edistämä ja tutkiminen kaupunkiviljely. Lähiruoan kasvattaminen, vaikka pienessäkin mittakaavassa, sopii mainiosti nykykaupunkilaisten arkeen myös Tampereella.

7.2 Viherkatto pohjoisissa oloissa

7.2.1 Lumi

Ympäristöministeriön määrittämä kattojen peruslumikuorma vaihtelee eri puolilla Suomea välillä 140 - 260 kg/m². Tavanomainen varmuuskerroin huomioon ottaen katot pitää mitoittaa kestäämään ainakin 200 - 400 kilon lumikuorma paikkakunnasta riippuen. Kun kuormitusarvot ylittyvät, lumen luonti etenkin

laajoilta katoilta on suositeltavaa. Samaten tasakatoilta lumi kannattaa poistaa hyvissä ajoin. Alhaisemmillaakin lumikuormilla katoilta voidaan luoda lunta, jos rakenteiden kantokyky on oletettavasti alempi kuin rakennusten mitoituskuorma. Näin voi tapahtua esimerkiksi vajoille ja autokatoksille. Rakenteita suunniteltaessa on otettava huomioon lumen kinostuminen muun muassa kattosyvennyksiin sekä kattotason yläpuolelle kohoavien seinämien viereen. (Suomen rakentamismääräyskokoelma B1; Suomen ympäristökeskus) Viherkatoilta voidaan poistaa lunta kuten tavallisilta katoilta, kunhan varotaan vahingoittamasta kasveja ja katolle jätetään eristeeksi noin 20 cm lumikerros (RT 85-10709 1999; Suunnittelukeskus Oy 2007, s. 12).

Suomen luonnonoloissa sateita saadaan melko usein ja tasaisesti ympäri vuoden, jolloin on huomioitava viherkattojen rajallinen veden varastointikyky (Vakkilainen ym. 2005, s. 67). Talvella kasvillisuuskerros jäätyy eikä veden pidättymistä tapahdu. Tällöin talviaikaiset sadevedet ohjataan normaalisti vesikouruihin. Talvella kastelujärjestelmä ja siihen liittyvät altaat tyhjennetään. (RT 85-10709 1999; Suunnittelukeskus Oy 2007, s. 12)

7.2.2 Kasvillisuus

Kasvilajien valinnassa, istutuksessa ja hoidossa tulee huomioida ilmasto-olot sekä vuoden aika. Esimerkiksi Yhdysvaltojen pohjoisosissa kattokasvillisuus suositellaan istutettavaksi viimeisten pakkasten jälkeen keväällä tai useita

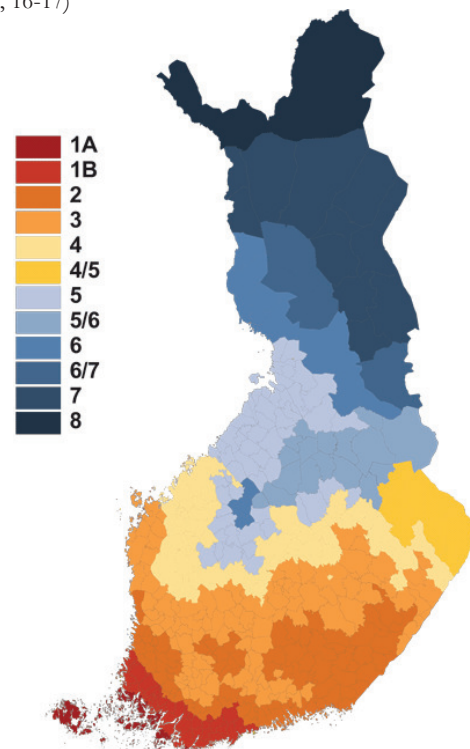
viikkoja ennen syksyn ensimmäisiä pakkasia. Siten kasvit ehtivät kunnolla juurtua. Liian myöhäinen istutus saattaa johtaa kasvien kuolemaan routivassa kasvualustassa. (Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 85) Suomessa täytyy huomioida myös lumen kasautuminen ja sen mahdollinen poistaminen. (Viherkaton suunnitteluohje, s. 21) Kasvillisuuden ja varsinkin arkojen lajien istuttamiseen kannattaa hyödyntää rakennuksen seiniä ja tuulelta suojattuja nurkkauksia (RT 85-10709 1999).

Yhdistämällä erilaisia lajeja saadaan aikaan vaihtelevia sääoloja kestävä kattokasvillisuus. Pohjoisilla leveysasteilla katolle voidaan istuttaa myös ikivihreitä kasveja sekä eräitä maksaruoholajikkeita, jotka säilyttävät kylmissä oloissa vihreän värinsä tai muuttuvat punertaviksi. (Luckett 2009, s. 109-110) Vaikka maksaruohot kestävät usein hyvin kuivuutta ja korkeita lämpötiloja, ne eivät aina selviä erittäin kylmissä talviolioissa ainakaan matalassa kasvualustassa (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 159). Todennäköisimmin kasvit selviytyvätkin talvesta istutettuina paksuun multakerrokseen. Eri kasvilajien käyttäytymistä katolla erittäin kylmissä talviolioissa on tutkittu muun muassa Kanadassa. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 126) Keski- ja pohjoiseurooppalaisia kasvilajeja on tutkittu ja käytetty viherkattojen istuttamisessa jo pitkään. Käytetyimpiä ovat olleet erilaiset Alppien ja Pyreneiden kivikkokasvit, jotka kestävät kuivuutta ja säilyvät näyttävinä läpi vuoden. (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 152) Kotimaisissa ohjeissa suositellaan samankaltaisia talvenkestäviä kattokasveja kuin ulkomaisissakin.

Suomi on jaettu kahdeksaan kasvuvyöhykkeeseen kasvukauden pituuden, lämpötilan ja talviolosuhteiden mukaan (Ilmatieteen laitos). Kasvukausi on se osa vuotta, jolloin vuorokauden keskilämpötila ylittää + 5°C. Tampere kuuluu vyöhykkeeseen numero 3, Suomen perusmaisema. Yleensä kasveja kannattaa käyttää enintään niiden toiseksi pohjoisemmalla menestymisvyöhykkeellä (RT 85-10709 1999). Pohjoisen sijainnin vuoksi kasvillisuuden tulee Suomessa kestää lumi- ja routaolosuhteita. Paikallisilmastolla on suuri vaikutus kasvien menestymiseen, ja pienilmastoon puolestaan vaikuttavat muun muassa vesistön läheisyys, maastonmuodot ja alueella oleva kasvillisuus. Ilmaston lämpene-

misen myötä paikalliset olosuhteet muuttuvat. Ilmatieteenlaitoksen mukaan ilmastonmuutoksen myötä lämpötilat nousevat siten, että vuosisadan lopulla olosuhteet Oulun korkeudella vastaavat vähintään nykyistä tilannetta lounaissaaristossa. Tilanne voi muuttua tätäkin voimakkaammin, jolloin Keski-Lapissa olot vastaavat Etelä-Suomea, Pohjanmaalla Tanskaa ja Etelä-Suomen sisämaassa nykyistä Belgiaa. Lumen määrä vähenee ilmastomallien perusteella koko maassa, etelässä suhteellisesti pohjoista enemmän. Lumi vähenee etenkin alkutalven ja kevään aikana. Tämä vaikuttaa kasvillisuuteen ja siten myös viherkattojen menestymiseen Suomessa. (Ilmatieteen laitos)

Malmön Augustenborgin kasvitieteellisellä viherkatolla tutkittiin erilaisia kasvillisuuden asennusmenetelmiä ja niiden menestymistä ruotsalaisissa oloissa. Ensimmäisen vuoden jälkeen ilmeni, että kattavin kasvipeite saatiin aikaan valmiilla kasvimatoilla. Niiden kasvillisuus oli jo asennettaessa varsin kattava, sillä se oli istutettu suotuisissa olosuhteissa jo useita kuukausia aiemmin. Kasvimatot olivat kuitenkin huomattavasti kalliimpia kuin taimet ja pistokkaat. Tutkimuksen mukaan kasvillisuuden istuttaminen suoraan rakennuspaikalla on hyvä vaihtoehto varsinkin edullisuutensa takia myös pohjoisissa oloissa. (Emilsson & Rolf 2005, s. 14, 16-17)



124. Suomen kasvuvyöhykkeet.

7.2.3 Viherkaton energiatehokkuus talvella

Perinteisiä turvekattoja rakennettiin aikoinaan Suomen ja Skandinavian kylmiin ja märkiin olosuhteisiin juuri hyvän lämmöneristävyytensä takia. Viherkaton vaikutus rakennuksen energiankulutukseen on erilainen kesä- ja talviaikana, ja siten viherkatosta aiheutuvat hyödyt energiansäästössä vaihtelevat vuodenajasta riippuen. Viherkattojen toiminnasta pohjoisissa talviolioissa on tehty tutkimuksia muun muassa Kanadassa ja Ruotsissa.

Toronton yliopistossa tutkittiin viherkattojen merkitystä energiankulutukseen kylmissä talviolioissa. Kesäajan energiansäästöä on tutkittu paljon, mutta talviolosuhteisiin ei ole aiemmin juurikaan keskitytty. Tämä voi johtua siitä, että viherkattomarkkinoita hallitsevat ohuet ekstensiiviset katot, joilla ei ole kovin suurta merkitystä talven energiansäästössä. Samaten rakennusten jäähdytys kesäaikaan näyttäytyy tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen myötä entistä suurempana huolenaiheena. (Bass 2007, s. 2) Tutkimuksessa arvioitiin kuitenkin, että ilmaston lämmitessä ekstensiivisten kattojen kasvukausi saattaa aikaistua keväällä ja vastaavasti pidentyä syksyllä. Tällöin katosta voi tulevaisuudessa olla suurempi hyöty sekä lämmitys- että jäähdytysenergian säästössä. (Bass 2007, s. 24)

Tutkimuksessa vertailtiin viherkattoja tavallisiin kattorakenteisiin. Testikatot sijaitsivat Torontossa ja Ottawassa. Kun ohuen ekstensiivisen viherkaton kasvillisuus talviaikaan kuolee, kasvualusta saattaa jäätyä tai peittyä lumeen. (Bass 2007, s. 5) Kasvillisuus voi kuitenkin selviytyä läpi talven myös ohuella viherkatolla, jonka kasvualustan paksuus on vain 6 cm. Tällaisesta katosta on jonkin verran hyötyä myös talviaikaan, mutta kovin suurta vaikutusta sillä ei energiansäästöön ole. Etenkään lumipeitteisen ekstensiivisen viherkaton ja tavallisen katon välillä ei ole havaittavaa eroa. Sama ei kuitenkaan päde rehevämpään intensiiviseen viherkattoon, joka vähentää selvästi talviajan energiankulutusta. (Bass 2007, s. 23)

Toronton tutkimuksessa osoitettiin, että viherkatolla oli havaittava vaikutus lämmitysenergian kulutukseen kylmimpinä talvikuukausina tammi- ja helmikuussa. Erot tavallisen ja vi-

herkaton välillä olivat pieniä rakennuksessa, joka oli jo valmiiksi suunniteltu huolella kylmiin ilmasto-oloihin. Sen sijaan vanhassa rakennuksessa, jossa katon kautta menetettiin paljon lämpöä, erot lämmitysenergian säästössä olivat merkittäviä. (Bass 2007, s.s. 23-24)

Myös toisessa kanadalaisessa tutkimusraportissa osoitetaan, että erot talviajan energiankulutuksessa ekstensiivisen viherkaton ja tavallisen katon välillä olivat pieniä. Syksyllä ja alkutalvella viherkaton energiatehokkuus oli hieman tavallista kattoa parempi, mutta kun katon kasvualusta jäätty, sen eristävyys heikkeni merkittävästi. Sen sijaan lumipeitteisenä kattojen lämpöhukka oli hyvin samankaltainen, sillä lumi toimi hyvänä eristeenä molemmissa tapauksissa. Viherkatolla olikin enemmän merkitystä kattopinnan viilentämisessä keväällä ja kesällä kuin lämmöneristyksessä syksyllä ja talvella. Lähes kaksi vuotta kestäneen seurannan aikana selvisi, että viherkatto vähensi 95 % katon lämpökertymästä ja 26 % lämpöhukasta tavalliseen kattoon verrattuna. Voidaankin olettaa, että viherkaton hyödyt ovat suurimmat lämpimillä ilmastovyöhykkeillä. (Liu & Baskaran 2003, s. 5)

Ruotsalaisen tutkimuksen (mm. Nilson 1997, teoksessa Emilsson & Rolf 2005, s. 3) mukaan kesäaikaisen jäähdytysenergian vähentäminen ja siitä koituvat säästöt ovat olennaisia myös Ruotsissa, jossa muun muassa toimistorakennusten viilentämisen merkitys kasvaa. Etelä-Ruotsissa ja Tanskassa käytetään useimmiten valmiita kasvimattoja, eikä paikalla istutettavien viherkattojen menestymistä paikallisessa ilmastossa ole juuri tutkittu. Etelä-Ruotsin ilmastossa ei ole samanlaisia äärioloja kuin Saksassa, mutta talvet ovat hieman kylmempiä. Tämä saattaa vaikuttaa ekstensiiviselle katolle vastaistutettujen kasvien menestymiseen, sillä ohut kasvualusta saattaa altistaa kylmyydelle. Ohuilla viherkatoilla käytetään useimmiten maksaruohokasveihin kuuluvia lajeja, jotka kestävät kuivia kausia hyvin. Näiden selviytymisestä Ruotsin ilmastossa on vain vähän tutkimustietoa saatavilla, sillä suurin osa kasvilajien yhdistelmistä on kehitetty Saksassa. (Emilsson & Rolf 2005, s. 4)



125.

7.3 Ranta-Tampellan kilpailualue

7.3.1 Keskustan joutomaa

Ranta-Tampella on muodostunut Tampellan teollisuusalueen jatkeeksi Näsijärven rantaan, kun järveen työntyvien saarien ja niemien välit on täytetty. Rantaa käytettiin teollisuuden varastoalueena jo 1800-luvun lopulla. (Laakkonen 2009) Alue on pääosin Näsijärven täyttömaata, jonka rantavyöhyke on pengerretty koko mitaltaan. Kanta-Tampellan rakentamisen aikoihin sitä käytettiin maa- ja kiviainesmassojen varastointiin. Nykyään hoitamattomia rantoja käytetään lähinnä pysäköintiin sekä ulkoiluun, kalastukseen ja lintujen muuton seurantaan. (Jaakola 2008)

Kun Tampellan alue vapautui teollisuuskäytöstä 1990-luvulla ja rakentui asuin- ja työpaikka-alueeksi, myös rannan uudelleenkäyttö nousi esiin. Ranta-Tampellan käyttöä tutkittiin jo 1990-luvun alussa ja kaavoitus aloitettiin vuonna 2000. Maankäytöstä järjestettiin

2.12.2008 – 16.3.2009 suunnittelukilpailu, jonka perusteella laadittiin yleissuunnitelmavaihtoehtoja kaavoituksen pohjaksi. Suunnittelun oletusarvona on, että Kekkosen tien liikenne tulee siirtymään maanalaiseen tunneliin. (Tampereen kaupungin Infratuotanto 2009)

Alueen kasvillisuus on lähinnä puustoa ja pensaikkoa kallioisilla paikoilla. Soukkapuitossa ja katujen varsilla on istutettua puustoa ja pensaita. (Tampereen kaupungin Infratuotanto 2009) Koska Ranta-Tampella on tyypillisenä teollisuusalueena ja täyttömaana voimakkaasti kulttuurivaikutteinen alue, sen kasvistossa on vain vähän alkuperäisen luonnon lajeja. Lähes kaikki ovat kulttuuri- ja puolikulttuurilajeja eli kasveja, jotka on tarkoituksellisesti istutettu tai jotka leviävät tahattomasti ihmisen mukana ja ihmisen luomissa ympäristöissä. Ranta-Tampellan alueella on joitain harvinaisiksi luoki-



126.

Seuraavalla aukeamalla: 127-136.

teltuja lajeja, joista kaikki ovat tulokaslajeja. Mukana on sekä vanhoja että uusia tulokkaita. Ratapihoilla, satamissa ja kaatopaikoilla on käsitelty ulkomailta tullutta maa-ainesta, kasveja tai viljaa, ja siksi niillä esiintyy yleisesti tulokaslajeja. (Korte 2009) Ranta-Tampellassa voidaan ulkomaisen esimerkin mukaan luoda viherkatolle olosuhteet, jotka muistuttavat rakentamisen alle jäävien lajien kasvuympäristöä ja pyrkii siten säilyttämään alueelle ominaista biodiversiteettiä.

Ranta-Tampella sijaitsee 10 km pitkän avoimen Näsiselän eteläpäässä, johon osuu esteettömästi pohjoisen ja luoteen välisiä tuulia. Tämä vähentää ulkotilojen, järvelle suuntautuvien virkistysalueiden ja parvekkeiden viihtyisyyttä, mutta tuulioloihin voidaan vaikuttaa kasvillisuudella ja rakennusten sijoittelulla. Toisaalta

esimerkiksi läheisen Armonkallion asukkaat eivät koe alueen tuulisuutta ongelmana. (Tampereen kaupungin Infratuotanto 2009)

Ranta-Tampella on nykyisellään joutomaata ja keskustan takapiha. Se on tasaista pysäköintikenttää ja varastoaluetta, jota Kekkosen tie halkoo. Rautatie ja Kekkosen tie ovat estäneet alueen kytkemisen toiminnallisesti ja kaupunkikuvallisesti osaksi keskustaa. Ranta-Tampella on kuitenkin kiinteä osa Tampellaa ja siten ydinkeskustan laajenemisaluetta. Tällainen keskustan tuntumassa sijaitseva, teollisuuden ja varastoinnin käytöstä vapautuva alue on mitä parhaita rakennusmaata loistavan sijaintinsa ansiosta. Se sijaitsee paitsi aivan keskustassa myös järven rannalla. Ranta-Tampellasta tavoitellaan urbaania ja viimeistellysti rakennettua ranta-aluetta, joka voisi olla kiinnostava viherkattojen sovelluskohde.







137. Ilmakuva Ranta-Tampellasta nykytilassa.

7.3.2 Viherkatot Ranta-Tampellassa

Ranta-Tampella on merkittävä osa kaupunkikuvaa Näsijärven suunnasta katsottuna ja tärkeä Tampereen imagon kannalta. Siten rantaan halutaan luoda maisemallisesti korkea-luokkainen uusi asuinalue, jolla on tunnistettava identiteetti. Viherkatot ovat kiinnostava, ajan hengen mukainen ja positiivisia mielleyhtymiä herättävä elementti, joka voi osaltaan luoda paikalle omaleimaista ilmettä. Alueelle voi muodostua tavanomaisista asuinalueista myönteisesti poikkeava imago.

Rakennettava alue ei ole suuri, jolloin rakennusala kannattaa hyödyntää mahdollisimman tarkkaan. Sijainti keskustassa edellyttää tiivistä rakentamista. Viherkatoilla voidaan maksimoida pienikokoisen maa-alan käyttö ja hyödyntää kattopintojen käyttämätön potentiaali. Viherkatot soveltuvatkin parhaiten tiiville, urbaanille alueelle, jossa tilaa ei ole hukattavaksi. Kattokasvillisuus tuo uuden käyttöarvon kattopinnoille ja monipuolistaa asuntojen ulkotilojen valikoimaa.

Ranta-Tampellaan halutaan virkistysalueita, joista on mahdollista avata näkymiä järvelle. Virkistysalueita voidaan osin sijoittaa myös viherkatolle, jolloin myös näkymät järvelle ovat kattavammat. Katoille rakennetut virkistysalueet ovat mielenkiintoisia ja tuovat asuinalueelle uudenlaisen tavan käyttää ja katsoa viheralueita. Viherkatot toimivat esteettisenä ja kaupunkikuvallisena elementtinä tietyin rajoituksin. Ne näkyvät ylempänä sijaitsevista asunnoista, sekä alueen sisältä että sen ulkopuolelta. Viherkatolle voidaan myös järjestää esteetön pääsy sekä asukkaille että muille kaupunkilaisille, jolloin useammalla tamperelaisella on mahdollisuus käyttää osaa viherkatoista.

Kattokasvillisuuden on todettu jonkin verran vähentävän meluhaittoja, ja se voisi toimia muun melunsuojauksen ohella rautatieliikenteen meluhaittojen torjumisessa. Katot voivat tuoda alueelle myös ekologista ja taloudellista lisäarvoa. Ranta-Tampellassa suurin osa viherkatoista liittyy uudisrakennuksiin, mikä helpottaa niiden suunnittelua. Tarvittavat rakenteelliset ja toiminnalliset seikat voidaan huomioida alusta alkaen.



138. Ranta-Tampellan yleissuunnitelma, luonnosvaihtoehto A. Arkkitehtuuri-toimisto B&M.

7.4 Esimerkkisuunnitelma

Diplomityön taustalla on 3.12.2008-16.3.2009 järjestetty Ranta-Tampellan suunnittelukilpailu ja sen yhteydessä esitetty ajatus viherkattojen käyttämisestä alueella. Esimerkkisuunnitelman lähtökohtana on Arkkitehtuuri-toimisto B&M:n laatima kilpailun voittajaehdotus ja sen pohjalta laadittu yleissuunnitelmavaihtoehto A (kuva 138). Tämän yleissuunnitelman kohdalla viherkattoja ei ollut ehdotettu. Alueen suunnittelua on sittemmin jatkettu.

Diplomityön esimerkkisuunnitelmat ovat luonnoksia Ranta-Tampellan viherkattoista. Luonnoksissa on käytetty yleissuunnitelman ratkaisuja rakennusmassoista ja niiden sijoittelusta. Näihin kaavatasen ratkaisuihin työssä ei oteta kantaa, vaan aluetta tutkitaan viherkattojen kannalta. Alkuperäisessä aluesuunnitelmassa ei ollut tarkemmin tutkittu pohjaratkaisuja.

Yleissuunnitelman avulla oli mahdollista esitellä ja havainnollistaa erilaisia viherkattotapahtumia. Koska yleissuunnitelma ei ole lopullinen vaan muuttuu hankkeen edetessä, ei esimerkkisuunnitelmakaan ole konkreettinen ratkaisumalli. Sen tarkoitus on esittää periaa-





teratkaisujen avulla mahdollisia vaihtoehtoja viherkattojen sijoitteluun, käyttötarkoitukseen ja kattotyyppien valintaan.

Luonnoksissa on etsitty erilaisia tilanteita ja mahdollisuuksia viherkattojen rakentamiseen alueen lähtökohdista. Nämä alueelle soveltuvat viherkatot on tyypitelty käytön ja rakenteen mukaan sekä analysoitu niiden visuaalisia yhteyksiä ja saavutettavuutta. Viherkattotyyppien erittelyn jälkeen esimerkkisuunnitelmat esitellään kortteleittain. Useimmissa kortteleissa esiintyy useita viherkattotyypejä. Korttelit ja esimerkkiluonnokset on valittu siten, että niissä esiintyy mahdollisimman erilaisia tilanteita viherkattojen käyttöön. Korttelien yhteydessä esitellään muutamia eri viherkattotyypeille soveltuvia kasveja. Lopuksi luonnostellaan uudenlaista vihreää kaupunkikuvaa Tampereelle.

Kattopuutarhan rakenteet suositellaan tehtäväksi käännettynä rakenteena (RT 85-10709 1999). Näin on tehty myös esimerkeissä. Suunnitelmat ovat kaaviomaisia esimerkkejä erilaisista viherkattoista ja niiden käytöstä Ranta-Tampellassa.

139. Kaavio viherkattotyypeistä 1:2000.

7.4.1 Suunnitelman viherkattotyypit

-  **A** KATTOPUUTARHAT
-  **B** PIHAKANNET
-  **C** EKSTENSIIVISET VIHHERKATOT
-  **D** VIHHERKATOT VANHOISSA RAKENNUKSISSA







140. Kattopuutarhat 1:4000.

A Kattopuutarhat

Tässä kattotyypissä asukkailla ja kaupunkilaisilla on pääsy viherkatolle. Ratkaisussa painotuvat toiminnallisuus ja visuaalisuus.

Kattopuutarhoja on niin asuin- kuin julkis-akin rakennuksissa. Kulku tapahtuu suoraan viereisten korkeampien rakennusten kautta. Kasvillisuus on monipuolista ja katon kasvukerros on paksu. Osa katoista näkyy vain rakennusten yläkerroksista, osa on avoimemmin näkyvillä. Katoilta avautuu hyvä näköala. Suunnittelussa huomioidaan esteettömään kulkuaan liittyvät hissit, kaiteet ja kulkuväylät. Kasvillisuuteen vaikuttavat muun muassa rakennusten muodostamat varjot sekä tuuliolot. Katolla käytetään monipuolisesti tavallisia puutarha- ja viljelykasveja. Rakennepaksuuksia on kaksi, joista ohuempaa käytetään pienemmissä kaksikerroksisissa korttelin osissa.

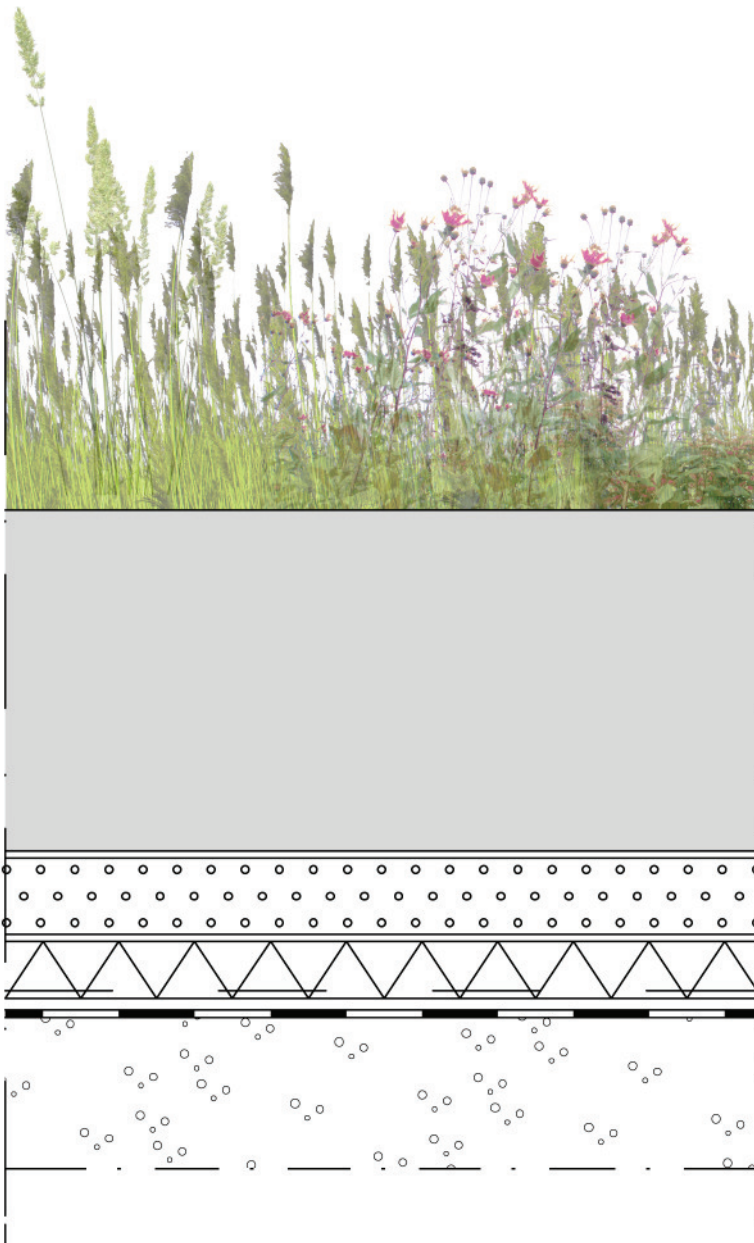
Asuinrakennuksiin liittyviä kattoterasseja on viidessä eri korttelissa sekä junanradan että kanavan varrella. Niitä on kahden, kolmen ja kahdeksan kerroksen korkeudessa. Viherkat-

toja voidaan käyttää asukkaiden yhteistilana tai avata katolle asuntoihin liittyviä yksityispihoja. Katolla voi olla oleskelu- ja virkistysalue, leikkipaikka, viljelypalstoja ja viherhuoneita.

Viherkatot voivat liittyä asuntoihin, kerhotiloihin ja asukkaiden yhteiseen saunaosastoon. Katto voidaan yhdistää yhteispesulaan ja hyödyntää sitä kuivatukseen tai tomutukseen. Kattojen pinta-ala vaihtelee noin 150 – 300 m²:n välillä.

A-typin viherkattoja on myös kahdessa julkisessa rakennuksessa: kanavan varren monitoimitalon sekä Soukkapuistoon liittyvän päiväkodin katolla. Nämä voivat toimia julkisena tilana kaikille kaupunkilaisille. Katoilla voi olla vihreää oleskelutilaa, kaupunkitaidetta, leikkipaikka tai näköalapaikka. Varsinkin rinteeseen liittyvä päiväkodin katto näkyy hyvin ympäristöönsä ja sinne on helppo päästä. Monitoimitalossa viherkattopintaa on noin 1170 m² ja päiväkodissa noin 1070 m².

141 ja 142. Kaksi kattopuutarha-rakennetta. Detaljit kattokasvillisuuserroksista 1:20.

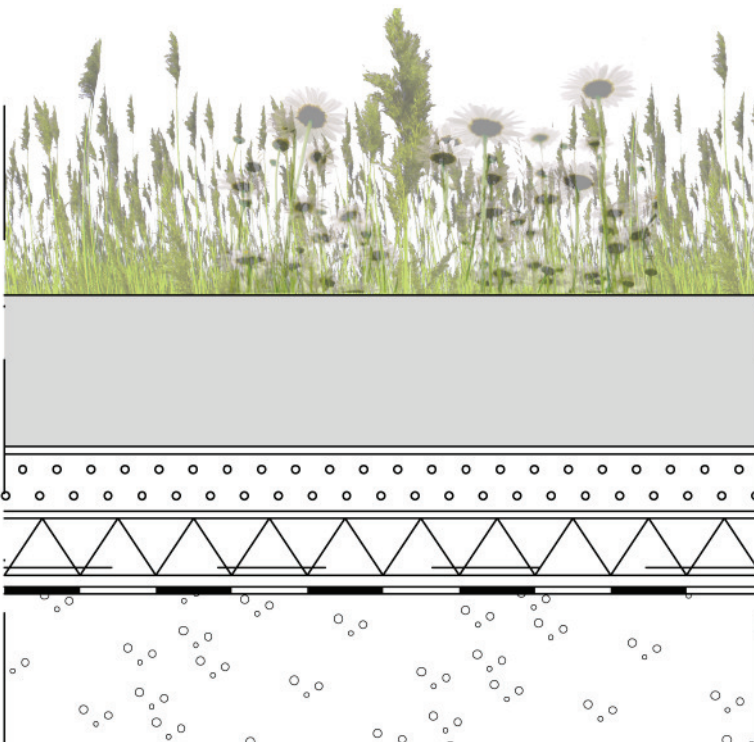


kasvillisuus

kasvualusta 900 mm

suodatinkangas
kevytsora 200 mm
suodatinkangas
lämmöneriste, alapinta uritettu
mekaaninen suojakerros
vedeneriste ja juurisuoja

kantava rakenne (betoni)



kasvillisuus

kasvualusta 400 mm

suodatinkangas
kevytsora 150 mm
suodatinkangas
lämmöneriste, alapinta uritettu
mekaaninen suojakerros
vedeneriste ja juurisuoja

kantava rakenne (betoni)



143. Pihakannet 1:4000.

B Pihakannet

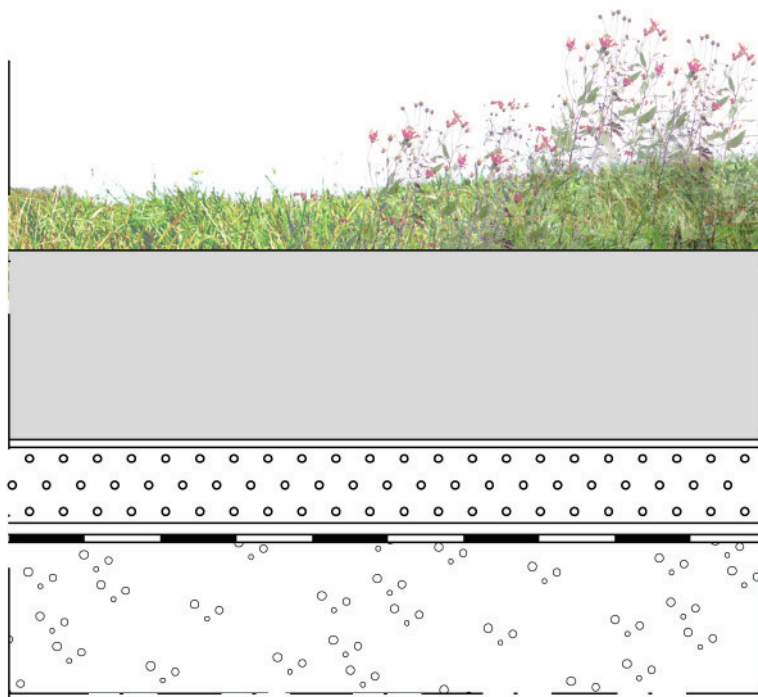
Pihakannet ovat pääasiassa autopaikoituksen ja polkupyörävarastojen päällä sijaitsevia kylmiä viherkansi. Paikoin kannen alla on myös myymälä- ja muuta liiketilaa. Asukkailla on pääsy kansille, joten viherkaton olemuksessa painottuvat toiminnallisuus ja visuaalisuus.

Nämä viherkatot ovat korttelin yhteisiä sisäpihoja, joita on neljässä eri korttelissa. Kulku tapahtuu portaiden ja hissien avulla, radanvarren pihoihin myös radanviertä kulkevalta kevyen liikenteen väylältä. Kasvillisuus on monipuolista ja kasvukerros melko paksu. Viherkannet näkyvät lähinnä ympäröivistä asuinrakennuksista. Ympäröivät rakennukset varjostavat pihoja osin. Radanvarressa pohjoispuolen rakennukset ovat vain kaksikerroksisia. Kasvillisuus on tavallista pihakasvillisuutta.

Pihakannet ovat 1-3 kerroksen korkeudessa katutasolta. Pihakansilla on oleskelu-, virkistys- ja leikkipaikkoja. Asuinrakennusten pihakannen tasolla on yksi- tai kaksikerroksisia asuntoja, joiden pihat avautuvat viherkannelle. Pihakannet jäsennellään istutuksilla, pihakalusteilla ja kulkuväylillä. Kadun varren puo-

leisille reunoille asennetaan tarvittavat kaiteet. Puut istutetaan istutusaltaisiin. Parkkitilojen päällä viherkansi ratkaistaan kylmänä rakenteena, liiketilojen päällä on lämmöneristys. Viherkansien pinta-ala vaihtelee noin 450 – 3000 m²:n välillä. Myös tässä kattotyyppissä rakennepaksuuksia on kaksi, joista ohuempaa käytetään pienemmissä yksikerroksisissa pyörävarastoissa.

Pihakansien ja liikennöityjen terassien suunnittelussa on tärkeää huolehtia toimivasta vedeneristyksestä. Rakentamisessa on suositeltavaa käyttää valmiita ratkaisumalleja, joiden toimivuus on tutkittu käytännössä. Mikäli pihakannen alla on lämpimiä tiloja, käytetään lämmöneristettyjä rakenteita. Yleisimmin käytössä on käännetty ratkaisu, jossa vedeneristys on lämmöneristeen alla suojassa mekaaniselta rasitukselta. (Toimivat katot 2007, s. 18) Kylmä kansirakenne on lämmöneristämätön rakenne, jota käytetään yleisesti pihakansilla ja pysäköintitasoilla. Tässä rakenteessa vedeneriste asetetaan suoraan kantavan rakenteen ja kallistus- tai tasauserroksen päälle. Pintarakenteet asennetaan joko suoraan kiinni vede-



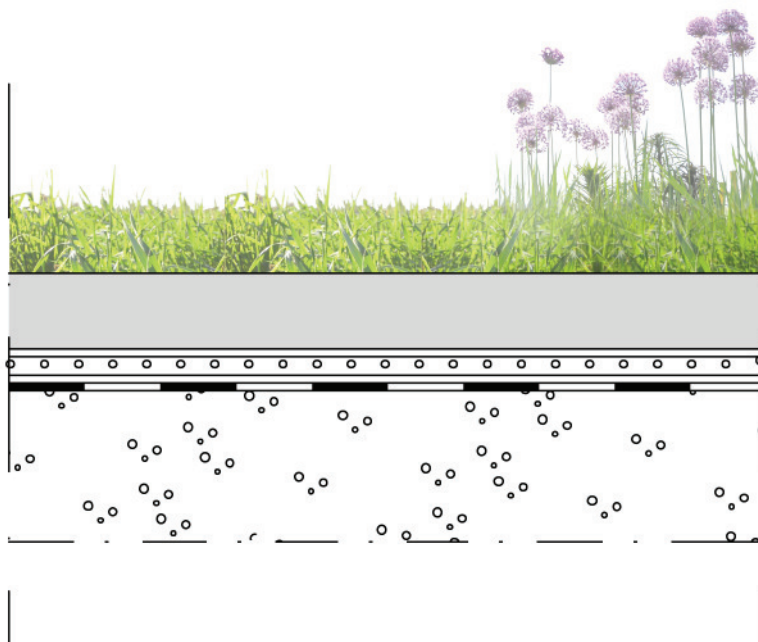
144 ja 145. Kaksi pihakansirakennetta. Detaljit kattokasvillisuuskerroksista 1:20.

kasvillisuus

kasvualusta 500 mm

suodatinkangas
kevytsora 200 mm
mekaaninen suojakerros
vedeneriste ja juurisuoja

kantava rakenne (betoni)



kasvillisuus

kasvualusta 200 mm
suodatinkangas
kevytsora 50 mm
mekaaninen suojakerros
vedeneriste ja juurisuoja

kantava rakenne (betoni)

neristykseen (esimerkiksi asfaltti) tai erotetaan vedeneristyksestä laakerointikerroksella (esimerkiksi pintabetoni). (Toimivat katot 2007, s. 19) Istutusratkaisuihin vaikuttavat paitsi käytävissä olevat resurssit myös kannen kantavuus ja mitoitus, vedenpoistoratkaisu, rakennusten liittyminen kanteen, sokkelikorkeus, sisäänkäyntikorkeudet, pilarilinjoiden sijainti sekä istutusalueiden vedenpoistomahdollisuudet. Haasteita asettavat kasvualustan kastelu sekä

vedenpoiston hallinta. Kansi-istutusten kastelu voidaan järjestää parhaiten kastelemalla ne alaspäin, jolloin taataan juuriston terve kehittyminen. Puiden istuttaminen kuormittaa kantaa pistemäisesti, jolloin reunaehdoja niiden kasvattamiselle asettavat kannen kantavuus ja juuritila. Puut pyritään yleensä istuttamaan kannen kannatinpilareiden päälle. Suuren tuuli-uorman vuoksi puu voidaan joutua ankkuroidaan kansirakenteeseen. (Sopanen, Kuusiniemi & Sarlin 2007, s. 45)



146. Ekstensiiviset viherkatot 1:4000.

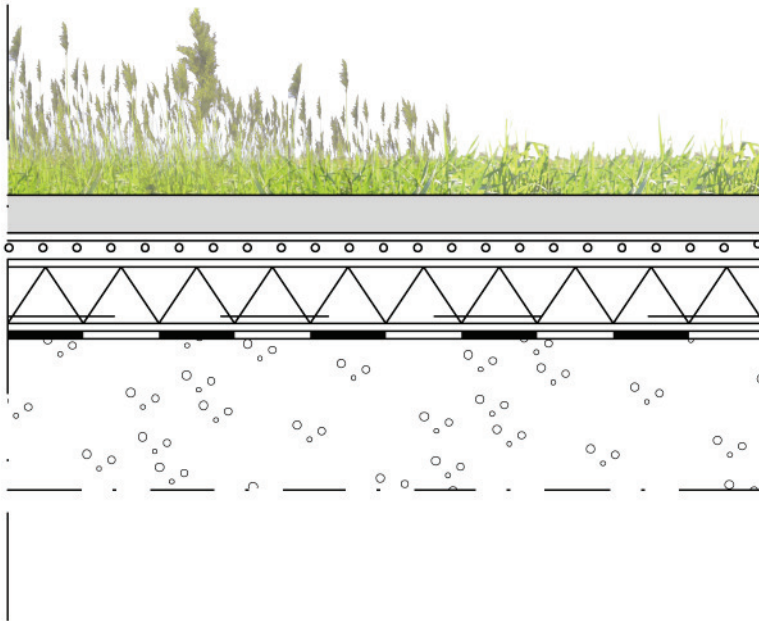
C Ekstensiiviset viherkatot

Ekstensiiviset viherkatot ovat tässä viherkattoja, joihin asukkailla ei ole pääsyä. Kattotyypissä korostuvat ekologiset hyödyt sekä osin visuaalisuus.

Ekstensiivisiä viherkattoja on rantakorttelin käärmemäisessä rakennuksessa sekä korkeimpien asuinrakennusten katolla. Lisäksi tämäntyyppistä kasvillisuutta on rannan paviljonkimaisen rakennuksen katolla. Katolle ei ole yleistä kulkua, mutta huolto järjestetään reitti huoltoluukkujen kautta. Kasvillisuusvalikoima on suhteellisen rajattu ja kasvukerros ohut. Ylimmät kattopinnat eivät juuri näy, mutta matalammat katot ja käärmemäisen rakennuksen vino katto näkyvät korkeimmista rakennuksista ja kauempaa. Tämä kattotyyppi sopii mainiosti myös käärmemäisen rakennuksen vinolle kattopinnalle. Kasveina

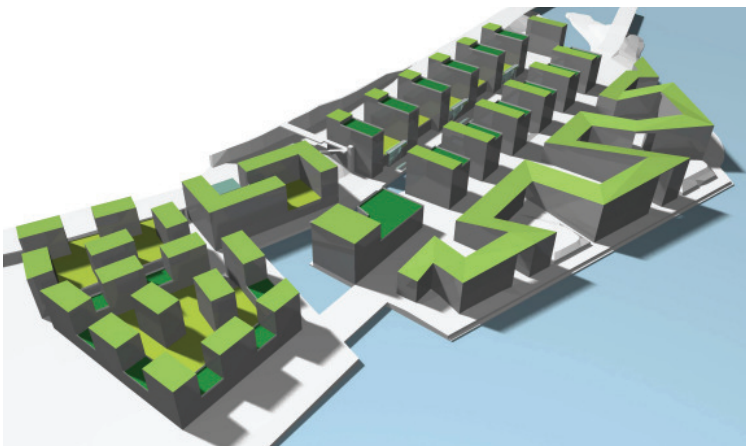
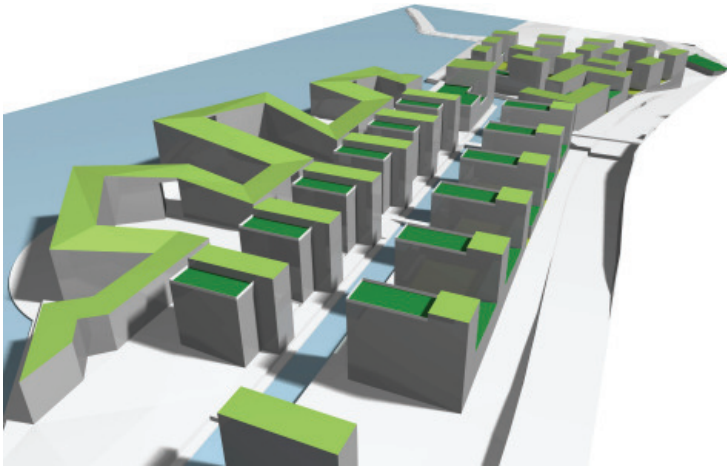
käytetään muun muassa erilaisia maksaruohoja, kanervaa ja valkoapilaa. Katolla ei ole asukaille tarkoitettua toimintaa, vaan ne toimivat lähinnä kaupunkiympäristön parantamisessa sekä osana biodiversiteetin ylläpitoa. Käärme-korttelissa viherkattopintaa on noin 9500 m², muiden kattojen koko vaihtelee 250 – 850 m²:n välillä.

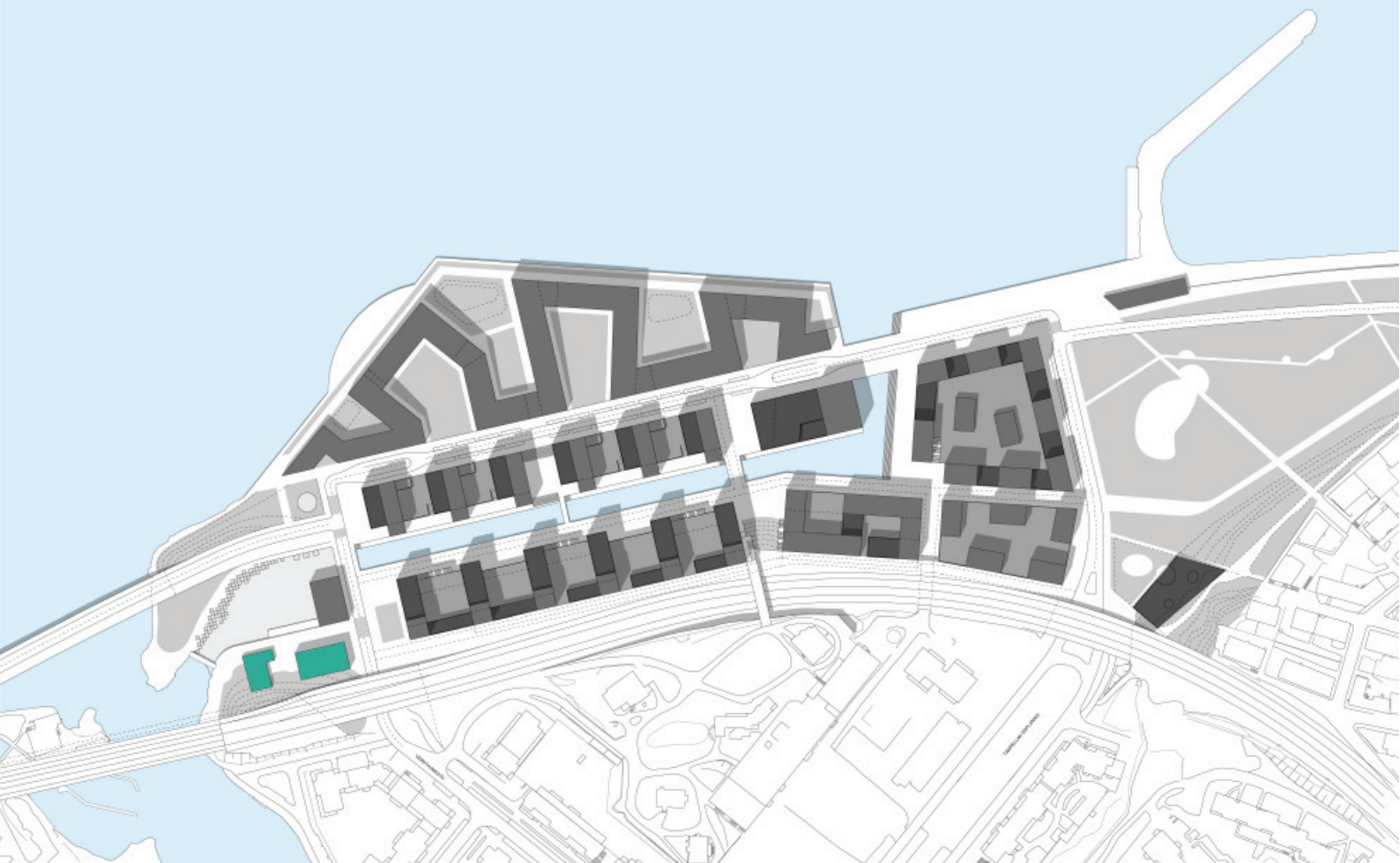
147. Ekstensiivisen viherkaton rakenne. Detalji kattokasvillisuuskerroksista 1:20.



kasvillisuus
kasvualusta 100 mm
suodatinkangas
kevytsora 50 mm
suodatinkangas
lämmöneriste, alapinta uritettu
mekaaninen suojakerros
vedeneriste ja juurisuoja
kantava rakenne (betoni)

148 ja 149. Luonnosmalli.





150. Vanhojen rakennusten viherkatot 1:4000.

D Viherkatot vanhoissa rakennuksissa

Yleissuunnitelmassa on säilytetty alueen rakennuksista kaksi. Nämä alueen länsiosassa lähellä koskenrantaa sijaitsevat tiiliset laboratorio- ja verstasrakennukset esitetään käytettäväksi liike- ja työtiloina. Säilytettävät rakennukset ovat molemmat tasakattoisia. Katoille on levinnyt itsestään jonkin verran sammalia ja muuta kasvillisuutta. Esimerkkisuunnitelmassa esitetään teoreettinen malli viherkaton liittämisestä myös näihin säilytettäviin rakennuksiin. Suunnitelmassa ei puututa muihin tarvittaviin korjaustoimenpiteisiin.

Takomo- ja malliveistämörakennus rakennettiin vuonna 1936 ja sen kerrosala on 285 m². Tämä säilytettävistä rakennuksista pienempi on yksikerroksinen ja tiilirunkoinen, ja sillä on paikalla muurattu punatiilinen ulkoverhous. Yläpohjan rakenteena on ylälaattaholvi, vesikattorakenteet ovat puuta ja katteena on bitumihuopa. Tasakatolla on läpivientejä ja

kaksi kattolyhtyä. Rakennus vaatii kunnostusta ja katto vuotaa. Myös rakennukseen liittyvä puurakenteinen katos on huonokuntoinen. Teollisuuskäytössä olleen verstasrakennuksen maaperässä ja mahdollisesti myös rakenteissa on öljyä. Säilyttäminen ja uudiskäyttö edellyttävät mittavia puhdistus- ja korjaustoimia. Rakennus on rakennushistoriallisilta arvoiltaan vähäinen, mutta se muodostaa parin toisen säilytettäväksi esitetyn rakennuksen kanssa. Rakennuksessa toimii nykyään takomo ja puusepän verstaas. (Laakkonen 2009, s. 6)

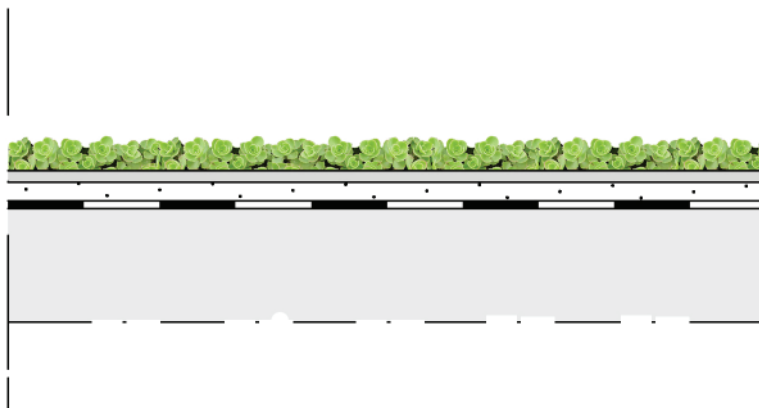
Hydraulinen laboratorio on vuodelta 1953 ja sen kerrosala on 1096 m². Rakennus on kolmikerroksinen ja osa tilasta on kolme kerrosta korkeaa yhtenäistä tilaa. Laboratorio on paikalla rakennettu betoni- ja tiilirakennus, joka edustaa puhtaslinjaista 50-luvun arkkitehtuuria. Ulkoverhous on paikalla muurattua punatiiltä, katolla on bitumihuopakate. Perustukset



151. Takomo- ja malliveistämörakennus.



152. Hydraulinen laboratorio.



153. Viherkatto vanhassa rakennuksessa. Detalji kattokasvillisuuskerroksista 1:20.

kasvillisuus
kasvualusta 30 mm
suodatin-/ salaojituskerros
vedeneriste ja juurisuoja

vanha rakenne

ja julkisivut ovat kunnossa, mutta vesikatto vaatii korjausta. Sisätilat ovat kohtalaisen hyvässä kunnossa. Rakennuksella on sekä arkkitehtonista että historiallista arvoa. Hydraulinen testauslaboratorio on ollut samassa käytössä alusta asti. Rakennuksen olemus ja sisätilat mahdollistavat sille monia uusia käyttötarkoituksia. (Laakkonen 2009, s. 8) Kattopintaa on n. 500 m².

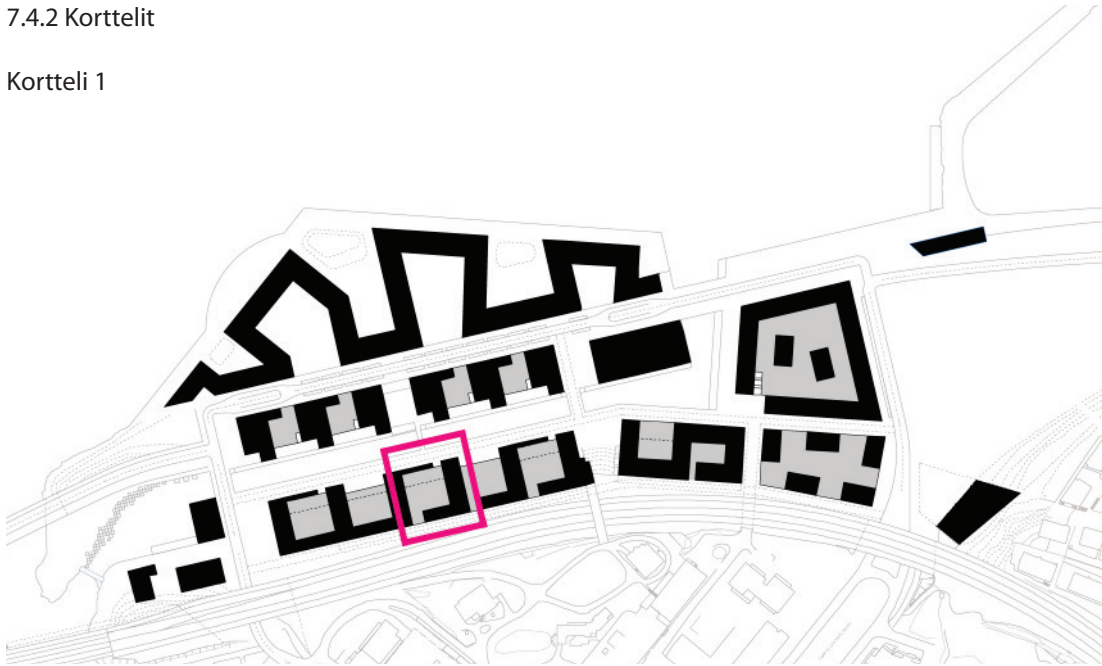
Kun kattokasvillisuus perustetaan olemassa olevalle katolle, kasvualustan syvyyden ja kasvillisuustyypin ratkaisee rakenteiden kantavuus (RT 85-10709 1999). Näiden kohteiden kattorakenteiden kantavuus täytyy erikseen selvittää. Tässä suunnitelmassa käytetään kaikkien ohuinta viherkattorakennetta.

Näille viherkatoille ei ole pääsyä. Niissä painottuvat lähinnä ekologiset hyödyt sekä rakenteelliset seikat. Ohuesta kasvukerroksesta joh-

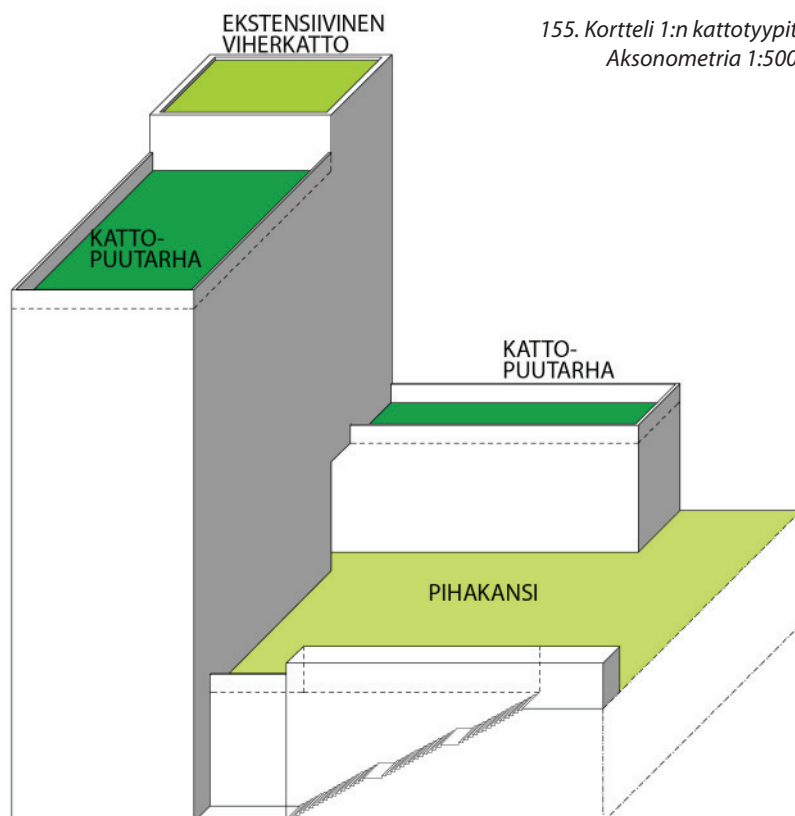
tuen kasvivalikoima on kaikkein rajoittunein. Katot näkyvät korkeimmista rakennuksista sekä alueelta että sen ulkopuolelta. Katolle järjestetään huoltoreitti esimerkiksi huoltolukun kautta. Ranta-Tampellan alueella tämän kattotyypin merkitys on vähäinen, mutta kaupungeissa laajemmin hyödynnettynä vaikutus ympäristöön on mittava.

7.4.2 Korttelit

Kortteli 1



154. Kortteli 1.



155. Kortteli 1:n kattotyypit.
Aksonometria 1:500.

Kortteli 1:ssä radan varressa on kolmea eri viherkattotyyppiä. Kerroskorkeudet vaihtuvat välillä II-IX (pihakannelta laskien). Kahden tason kattopuutarhat ovat asukkaiden yhteiskäytössä, ekstensiiviselle viherkatolle ei ole pääsyä. Alimman kerroksen osin kaksikerroksiset asunnot avautuvat pihakannelle. Viherkannen alla on pääasiassa pysäköinti- ja varastotilaa.

Eräitä kattopuutarhaan (A) sopivia kasveja
(RT 85-10709 1999; Snodgrass & Snodgrass 2009)

Kattopuutarhassa voidaan käyttää useimpia pihapuutarhan kasveja, kuten erilaisia pienpuita, pensaita, perennoita sekä hyötykasveja.



kotipihlaja
(*Sorbus aucuparia*)



juhannusruusu
(*Rosa pimpinellifolia*)



rauduskoivu
(*Betula pendula*)



porkkana
(*Daucus carota*)



tuomi
(*Prunus padus*)



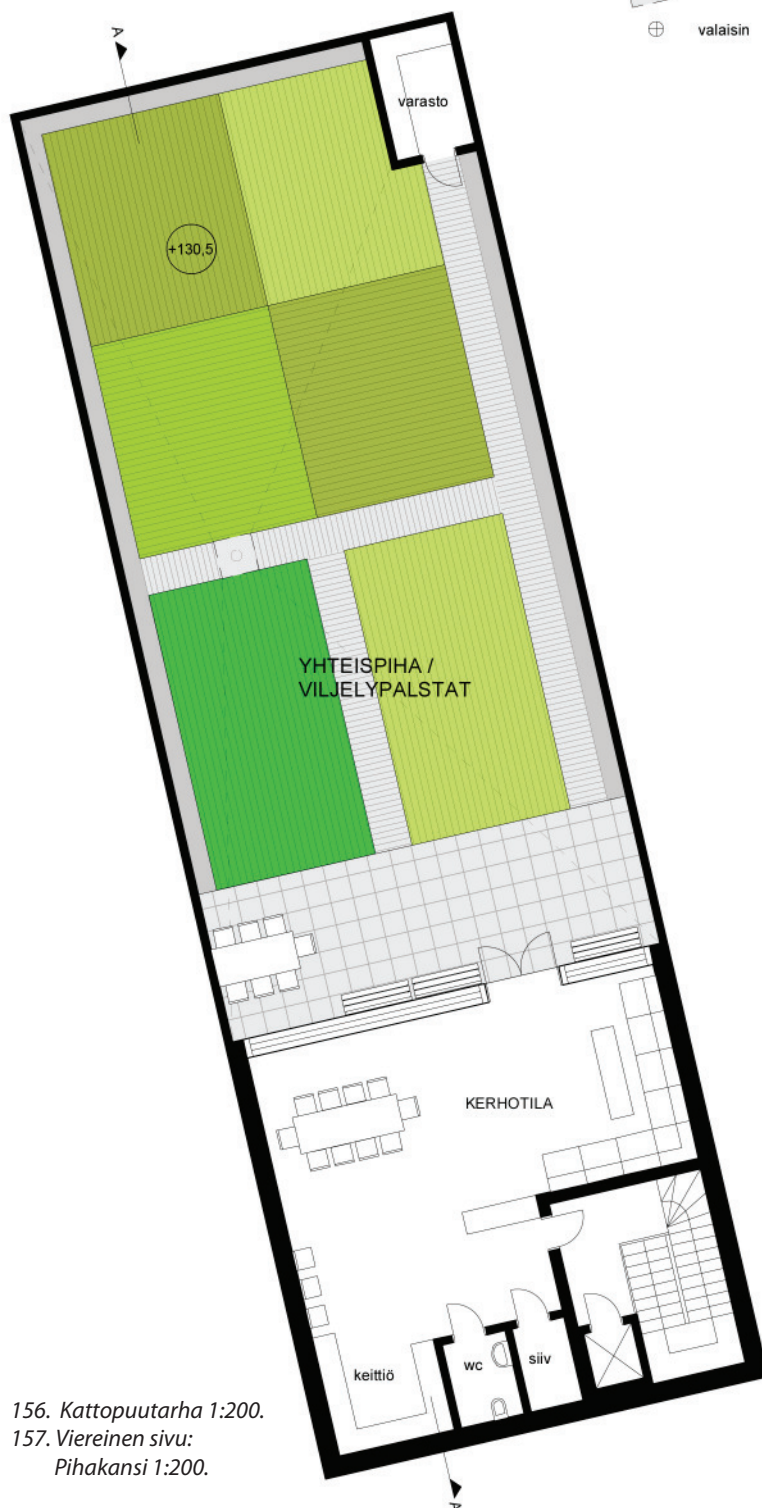
mansikat
(*Fragaria*)



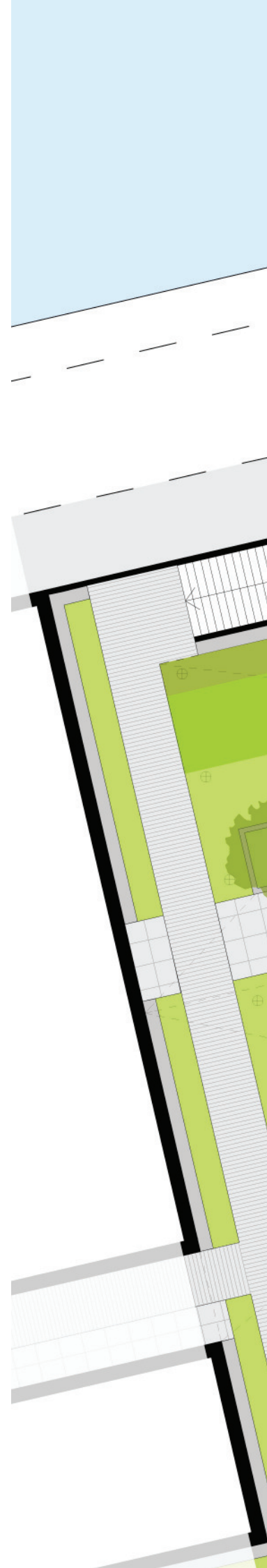
metsäkuusi
(*Picea abies*)



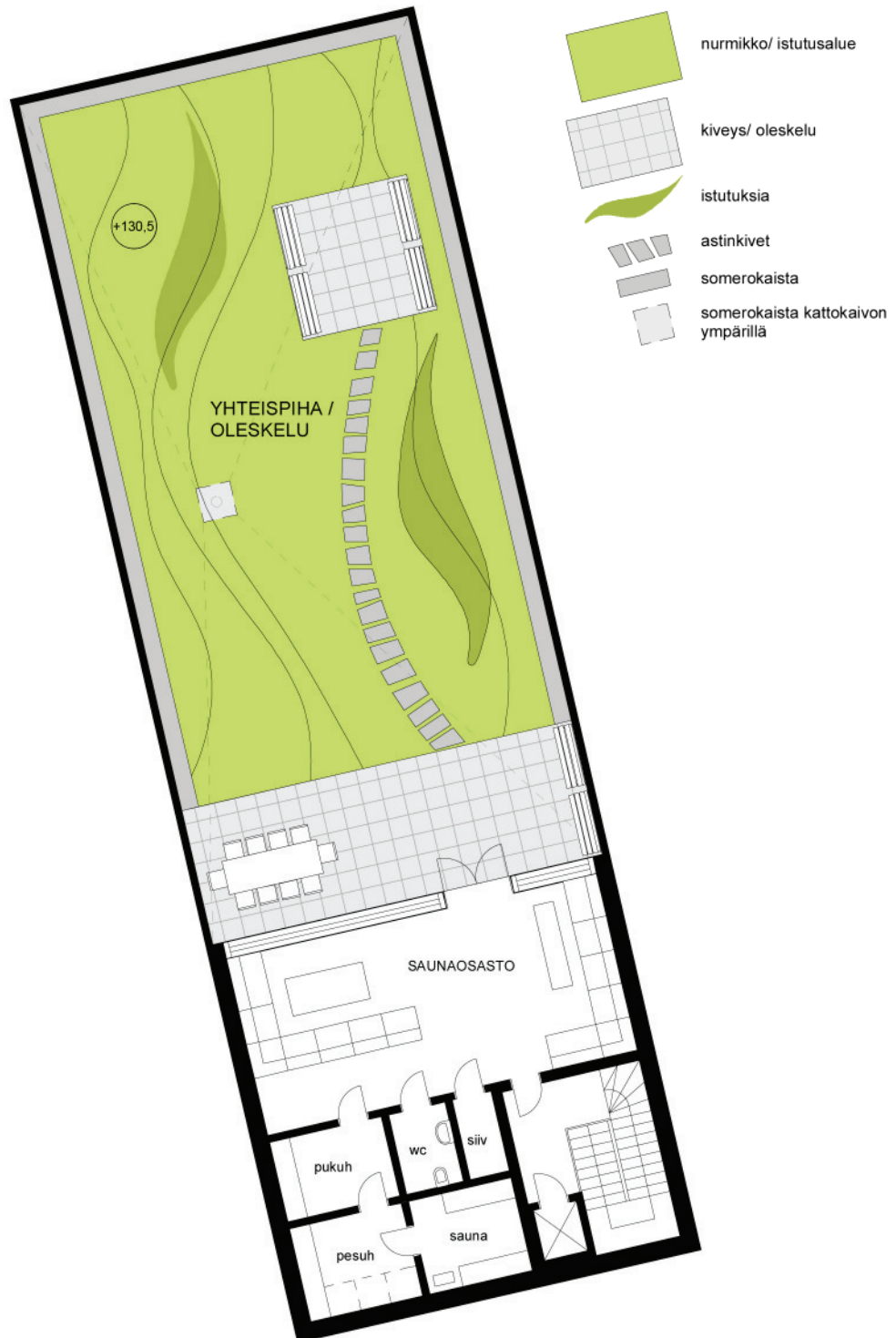
sipulit
(*Allium*)



156. Kattopuutarha 1:200.
157. Viereinen sivu:
Pihakansi 1:200.



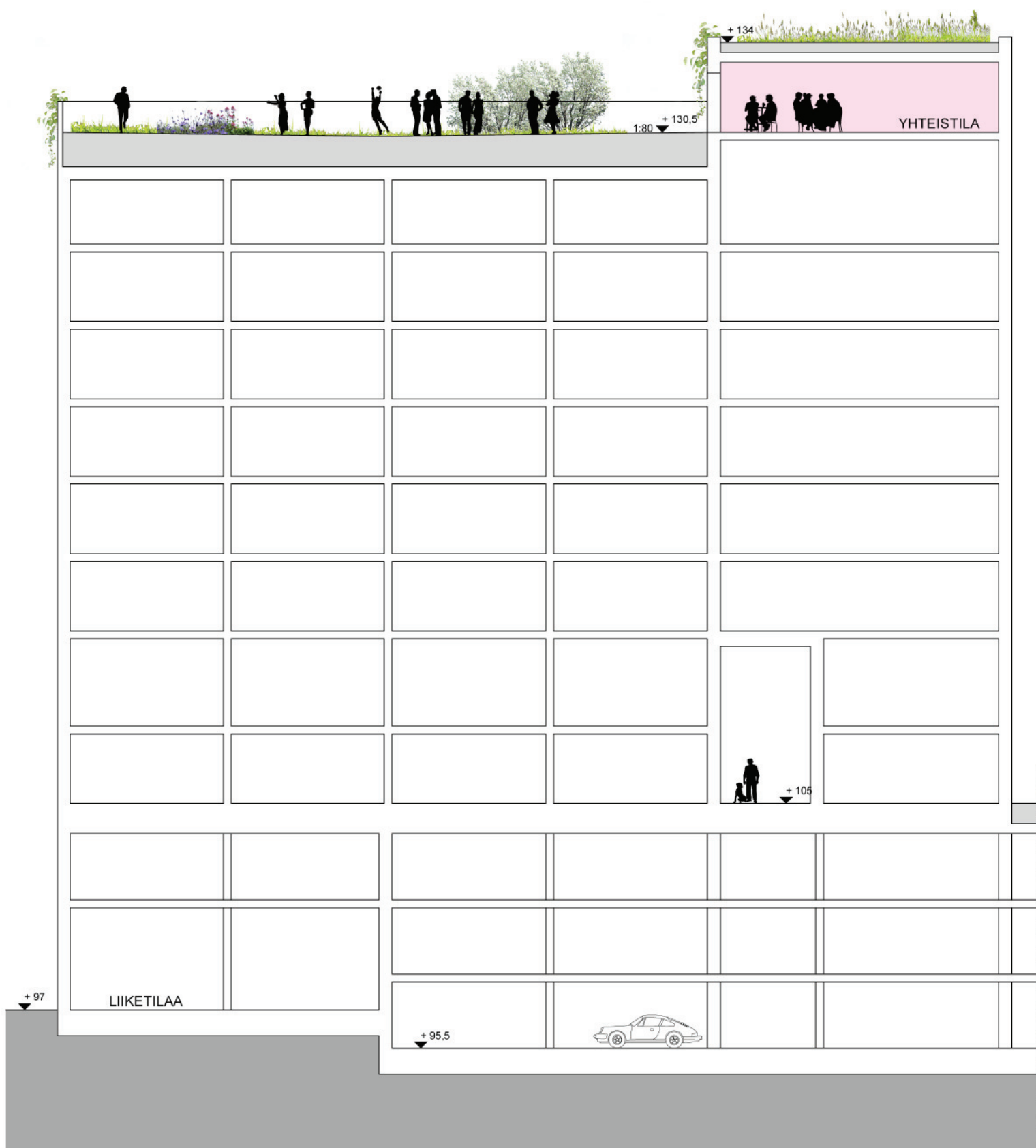


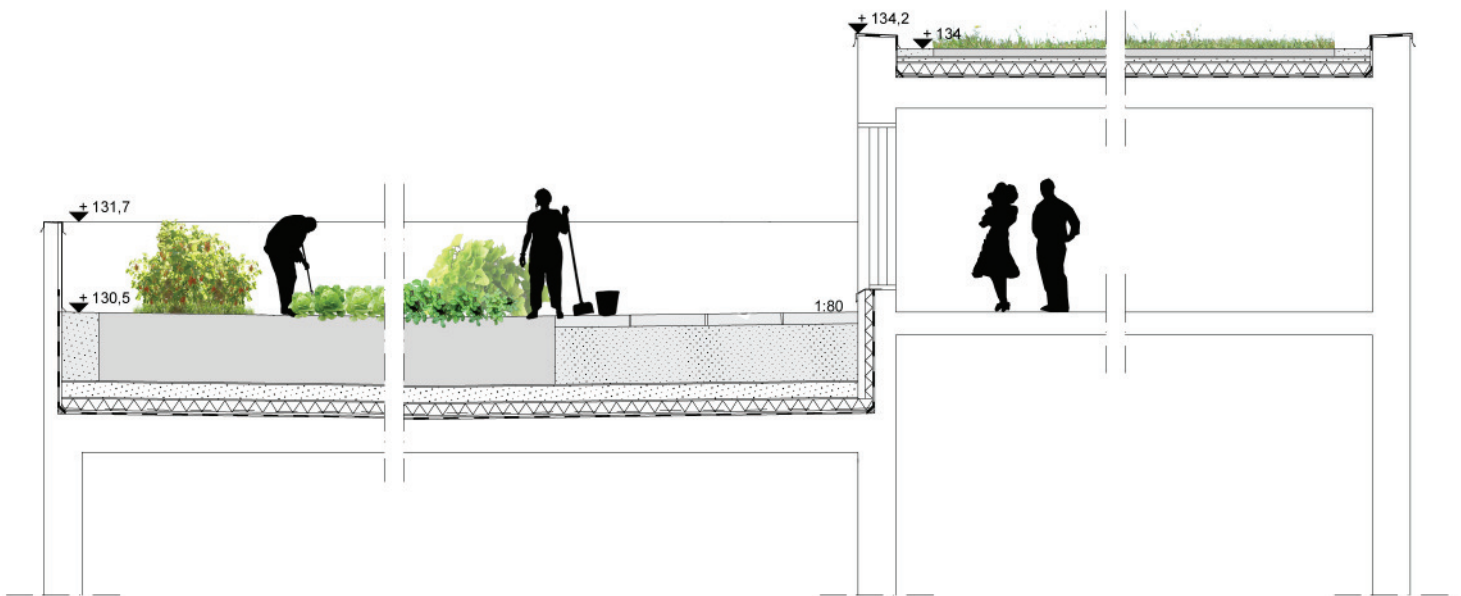


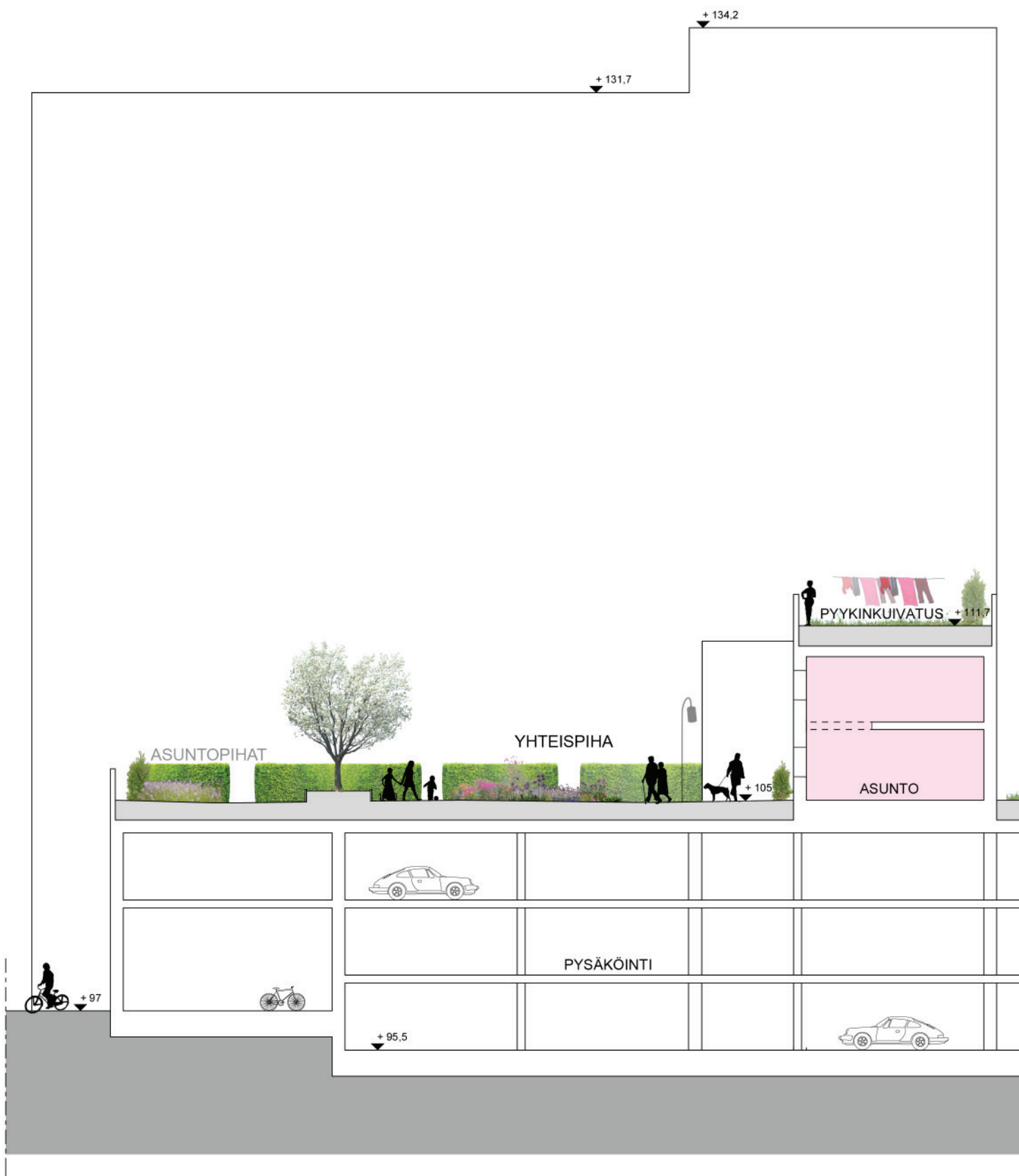






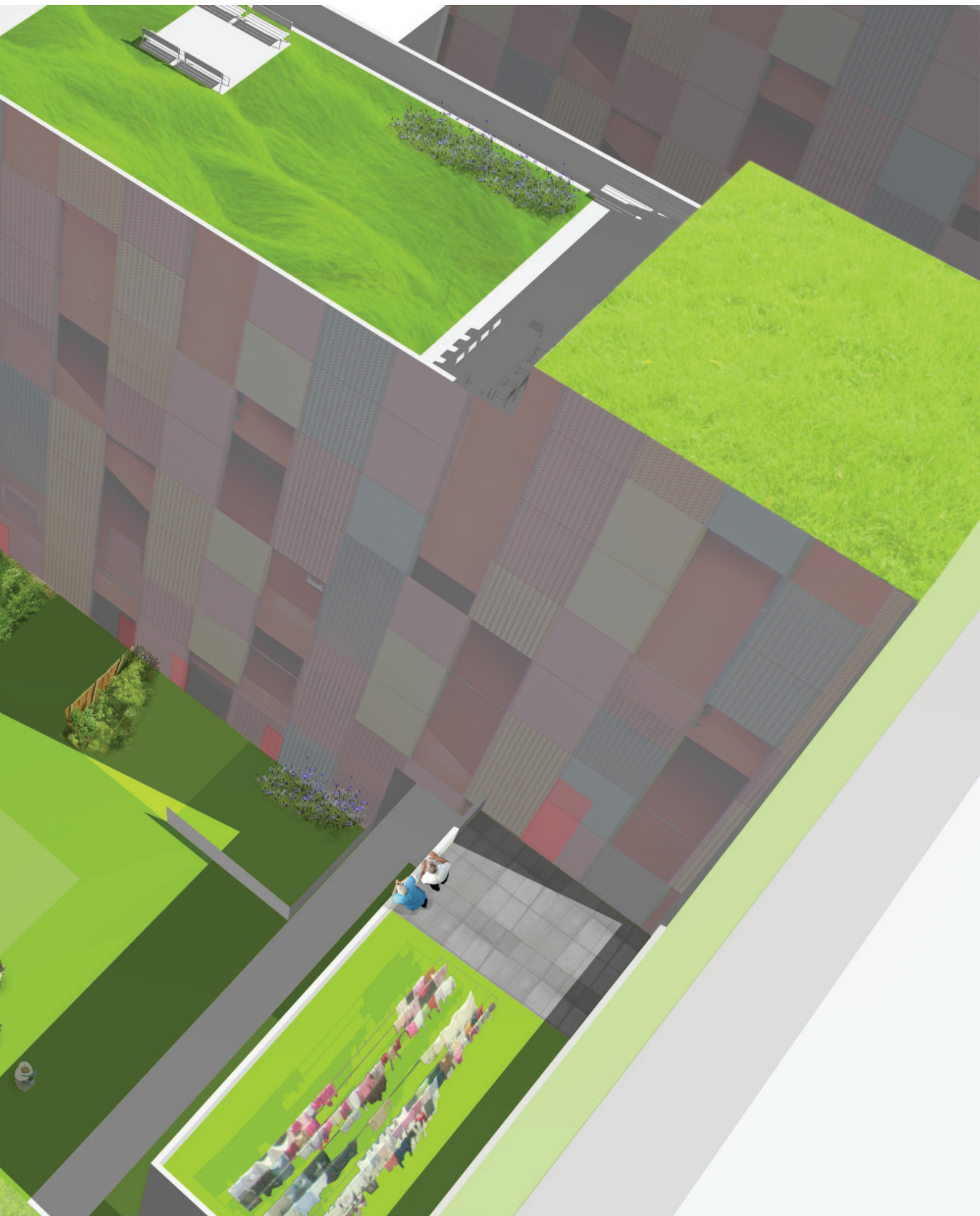










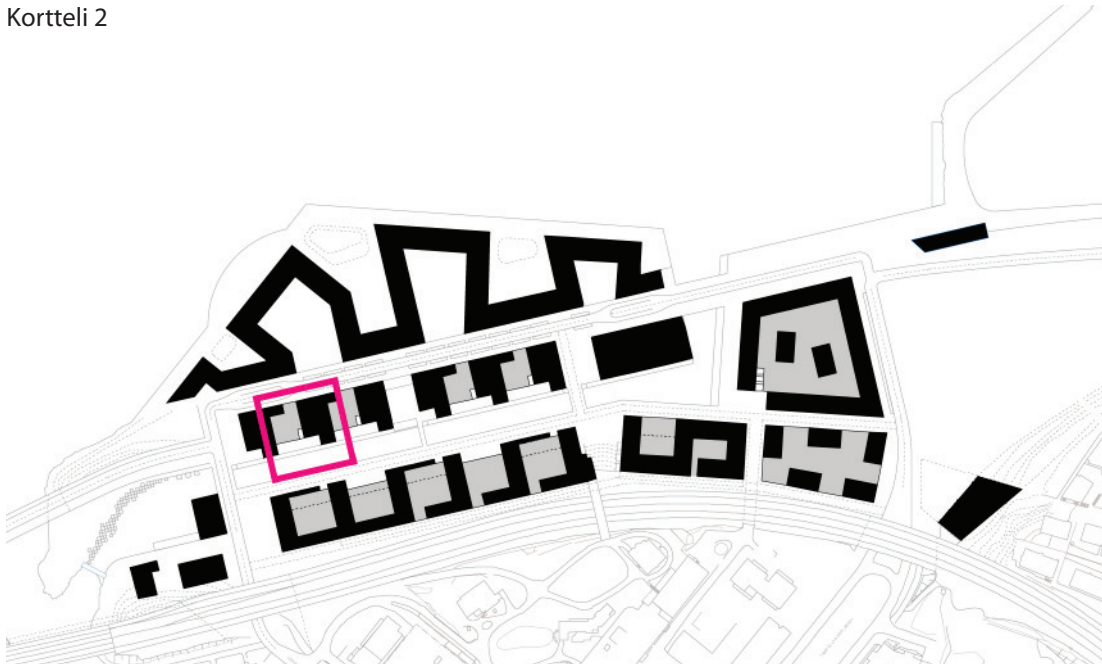






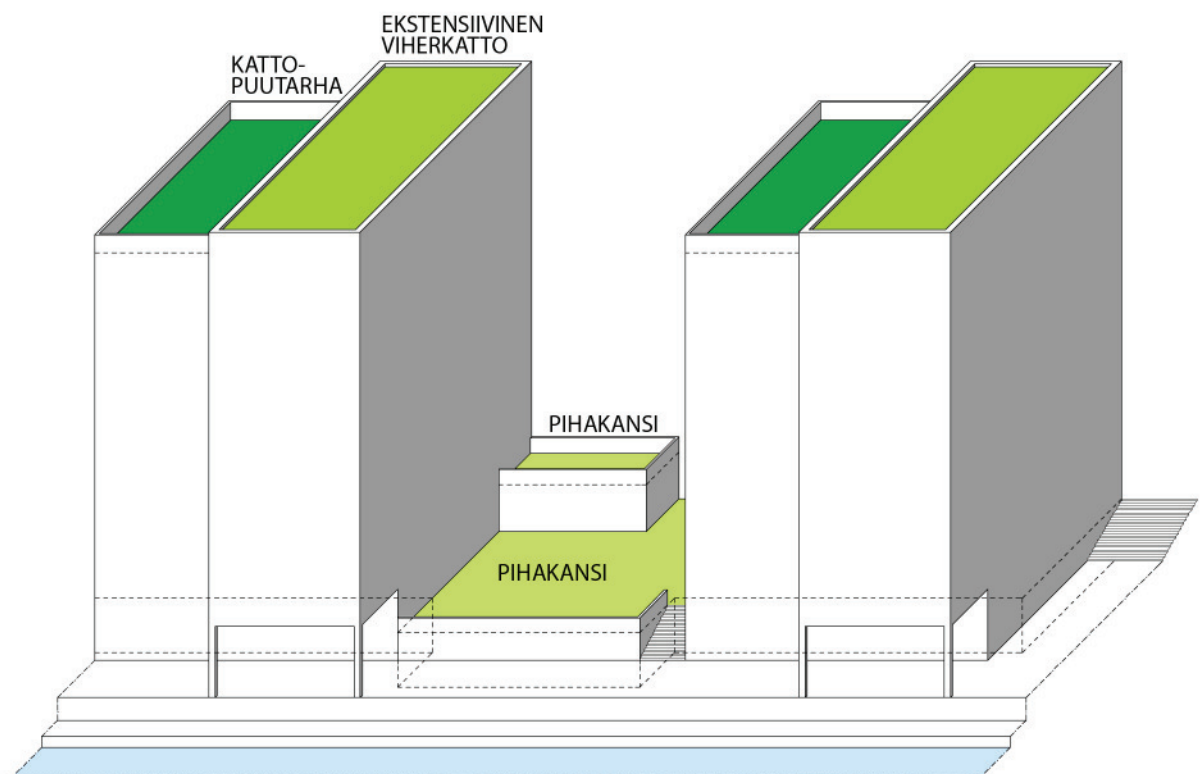
167. Kattopuutarhan viljelypalstat.

Kortteli 2



168. Kortteli 2.

169. Kortteli 2:n kattotyypit.
Aksonometria 1:500.



Kanavan pohjoispuolen kortteli 2 on samantyyppinen kuin edellinen esimerkki. Viherkattotyyppisiä on kolme ja kerroskorkeudet vaihtelevat välillä I-IX. Pihakansi on pohjoispuolella kulkevan ajoväylän tasossa. Kattopuutarhat ovat sekä yhteiskäytössä että asuntojen yksityispihoina. Ekstensiiviselle viherkattolle ei ole pääsyä. Myös tässä korttelissa alimman kerroksen asunnot avautuvat pihakannelle. Viherkannen alla on pääasiassa pysäköintitilaa.

Eräitä pihakannelle (B) sopivia kasveja

(RT 85-10709 1999; Snodgrass & Snodgrass 2009)

Pihakansille soveltuvat myös monet kattopuutarhassa käytetyt kasvit.



vuorimänty
(*Pinus mugo*)



humala
(*Humulus lupulus*)



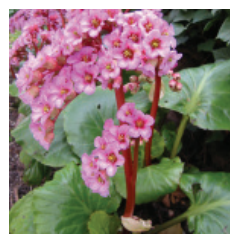
metsävaahtera
(*Acer platanoides*)



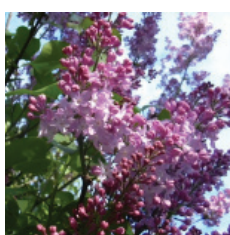
norjanangervo
(*Spiraea 'Grefsheim'*)



marjaomenapuu
(*Malus baccata*)



vuorenkilvet
(*Bergenia spp.*)



syreenit
(*Syringa spp.*)

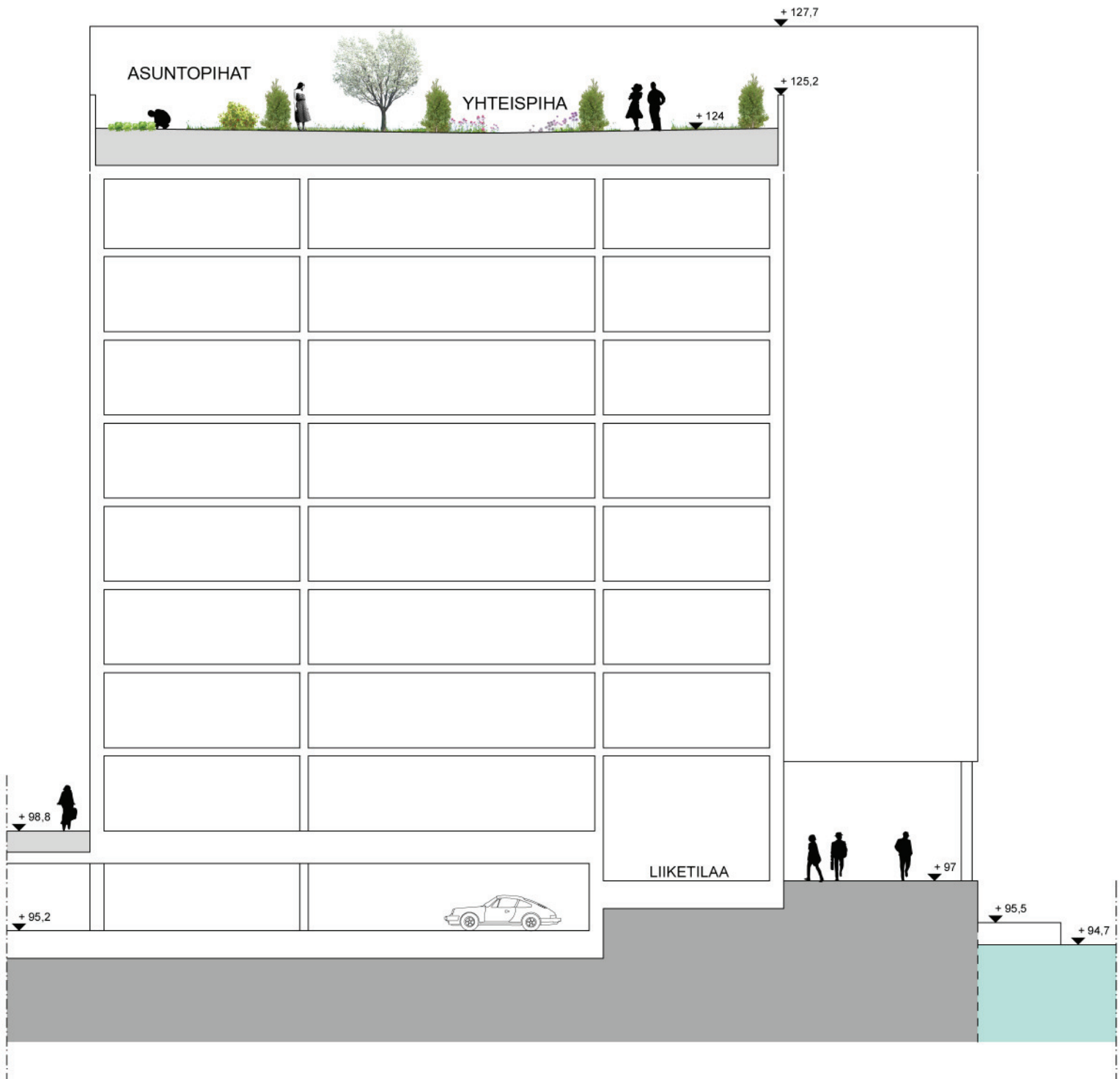


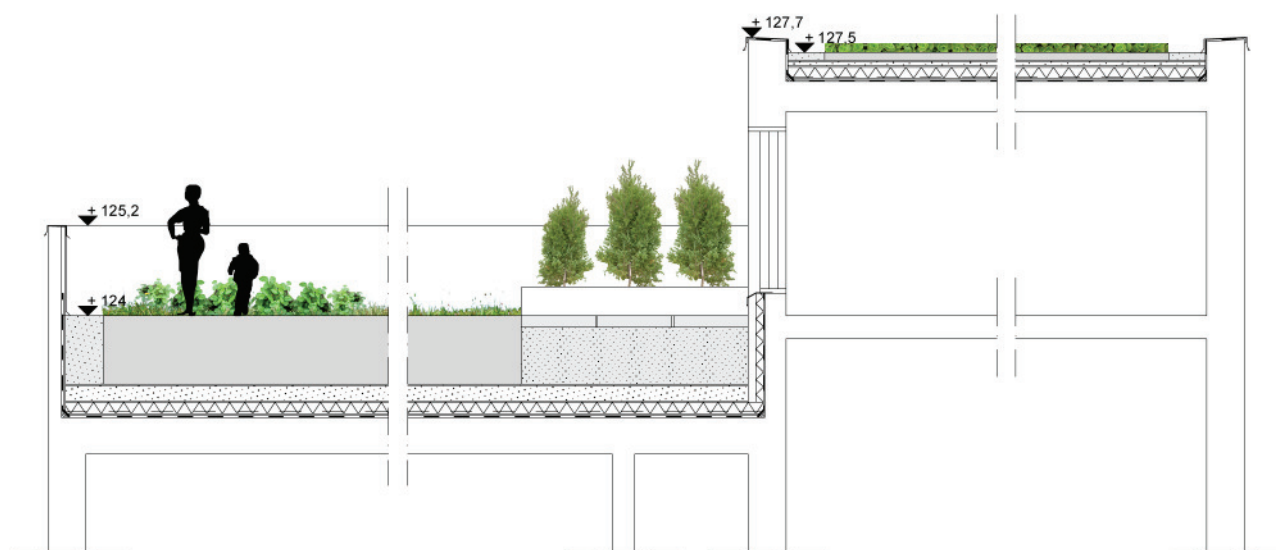
kurjenmiekat
(*Iris spp.*)



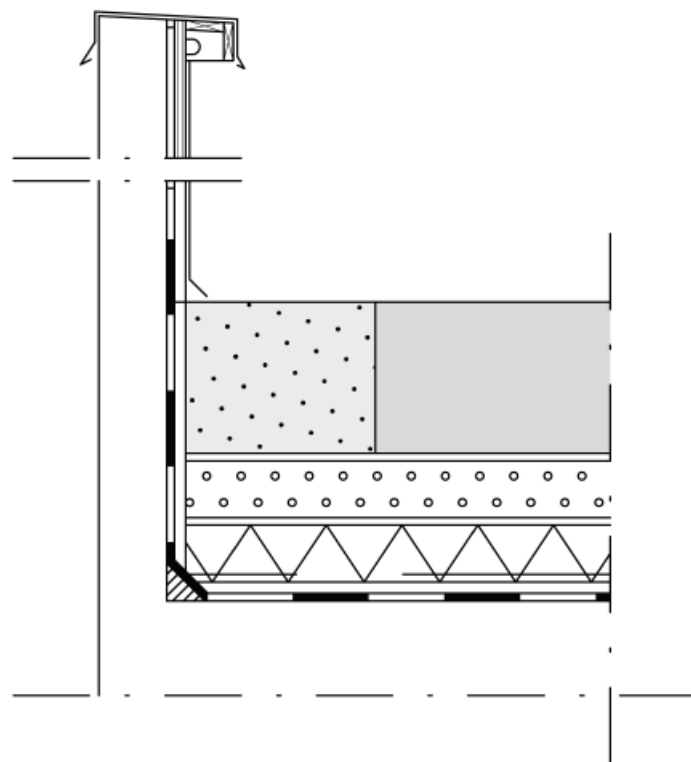
170. Kattopuutarha 1:200.
171. Viereinen sivu:
Pihakansi 1:200.





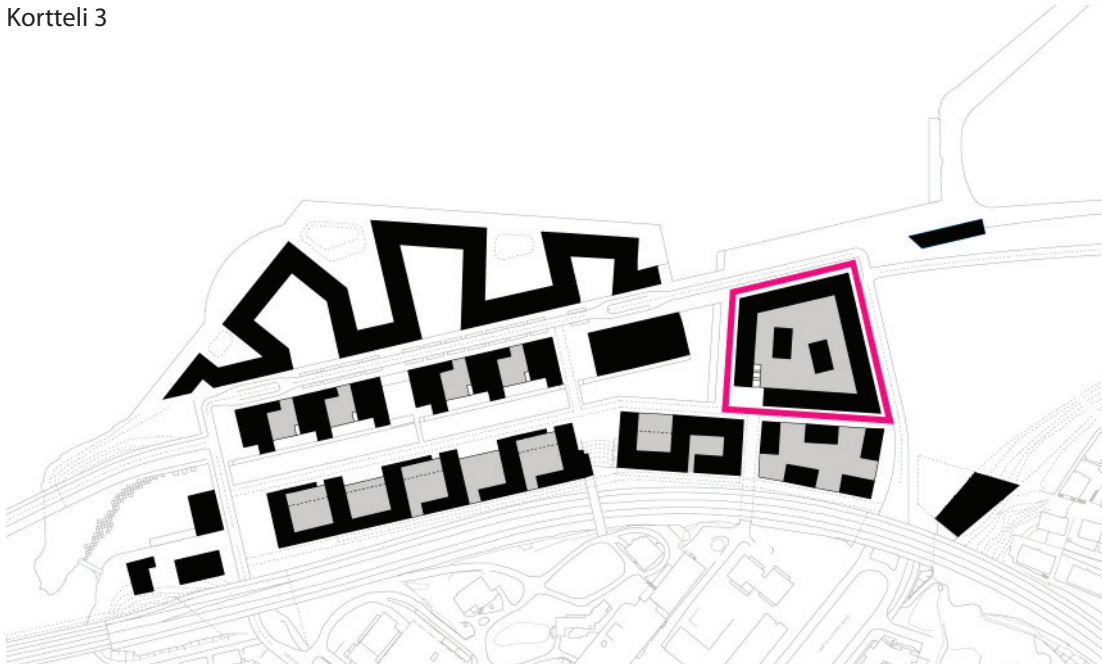


174. Leikkausote C-C 1:100.



175. Detaljikuva viherkaton kaiteesta ja valaisimesta 1:20.

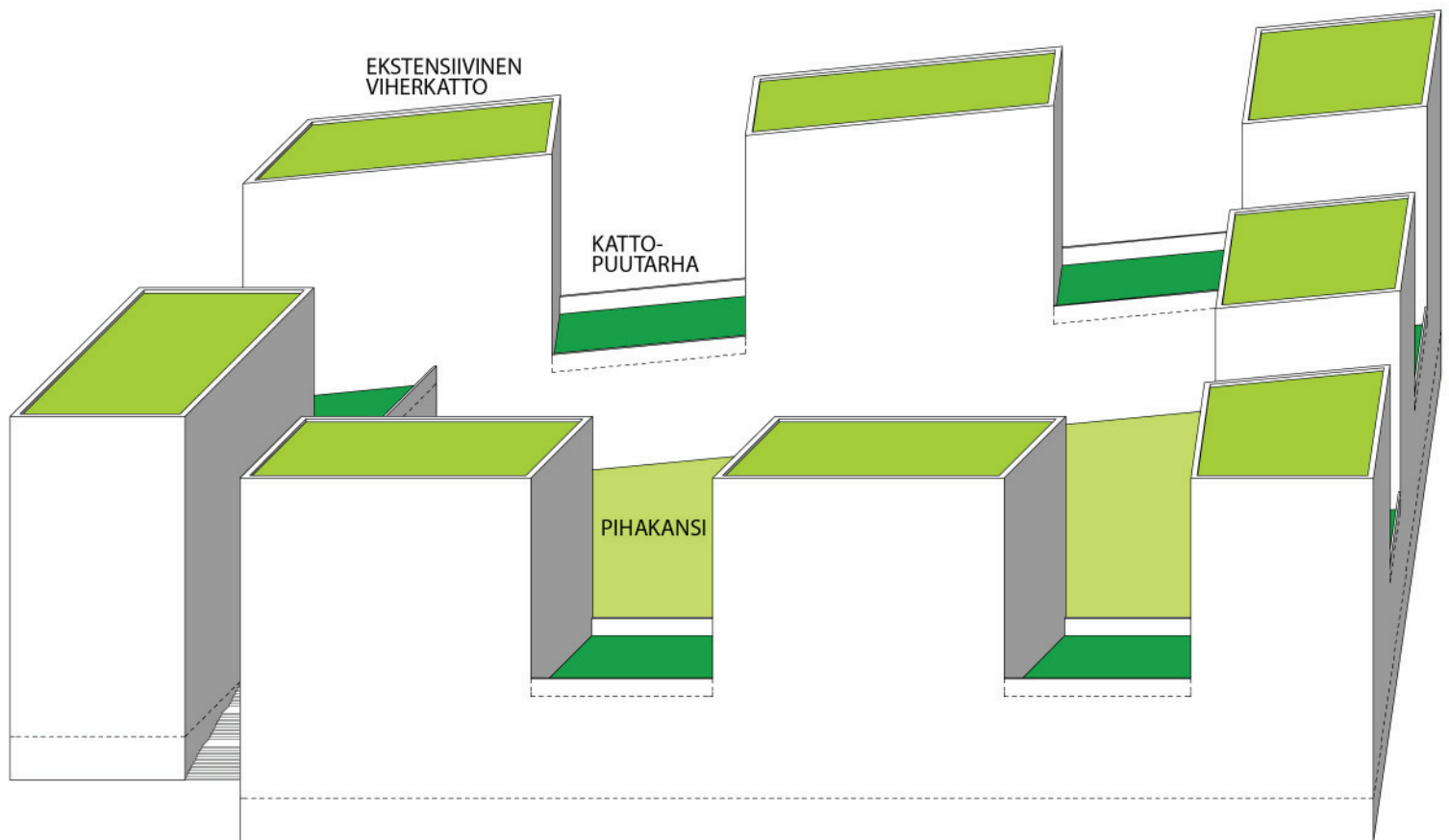
Kortteli 3



176. Kortteli 3.

Myös kanavan varren umpikortteli 3:ssa on kolme kattotyyppiä, joiden käyttö noudattaa edellisten ratkaisujen periaatteita eikä niitä siten ole tutkittu tarkemmin. Kerrosluvut vaihtelevat välillä III-VIII, pihakansi on yhden kerroksen korkeudessa. Yleissuunnitelmassa pihakannen alle on sijoitettu sekä pysäköinti-että myymälätilaa.

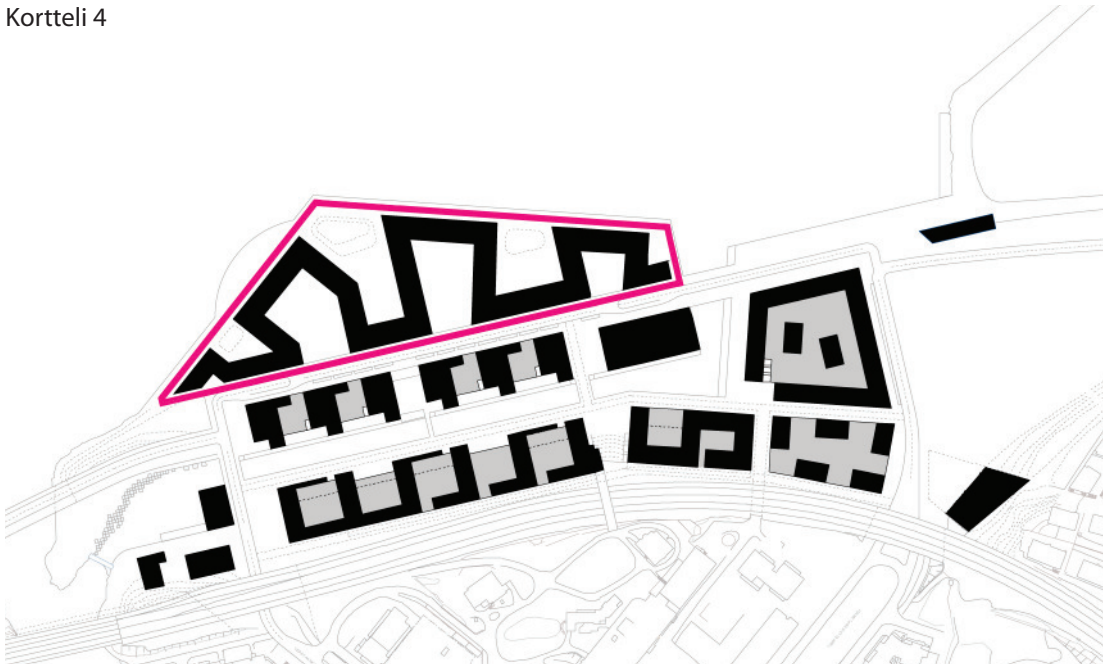
177. Kortteli 3:n kattotyypit.
Aksonometria 1:500.







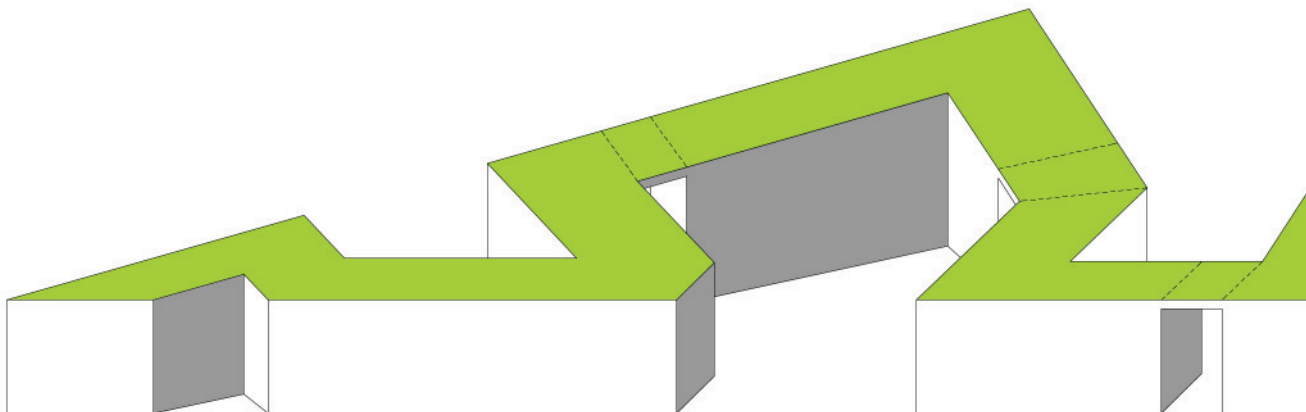
Kortteli 4



179. Kortteli 4.

Näsijärven rannassa sijaitsevassa käärmemäisessä korttelissa on ekstensiivinen viherkatto. Vinon kattopinnan korkeus vaihtelee V-IX:n kerroksen välillä. Rakennuksen niittymäiselle katolle ei ole kulkua.

180. Kortteli 4:n kattotyyppi.
Aksonometria 1:1000.



Eräitä ekstensiiviselle viherkatonle
(C) sopivia kasveja (RT 85-10709 1999;
Snodgrass & Snodgrass 2009)

Ekstensiivisillä viherkatoilla voi kasvaa myös
sammalia ja maksaruohoja.



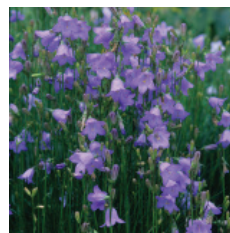
hohderuoho
(*Koeleria glauca*)



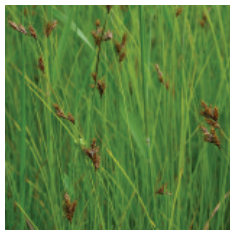
kanerva
(*Calluna vulgaris*)



höyhenheinä
(*Stipa pennata*)



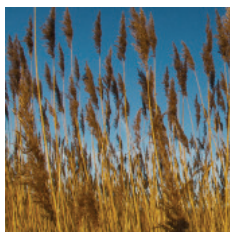
kissankello
(*Campanula
rotundifolia*)



sarat
(*Carex spp.*)



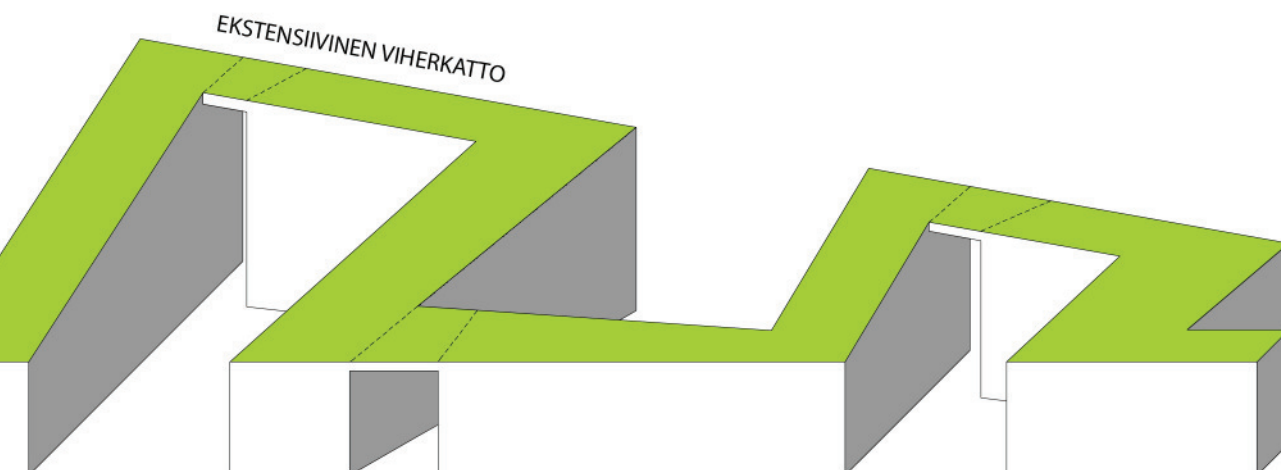
siankärsämö
(*Achillea millefolium*)

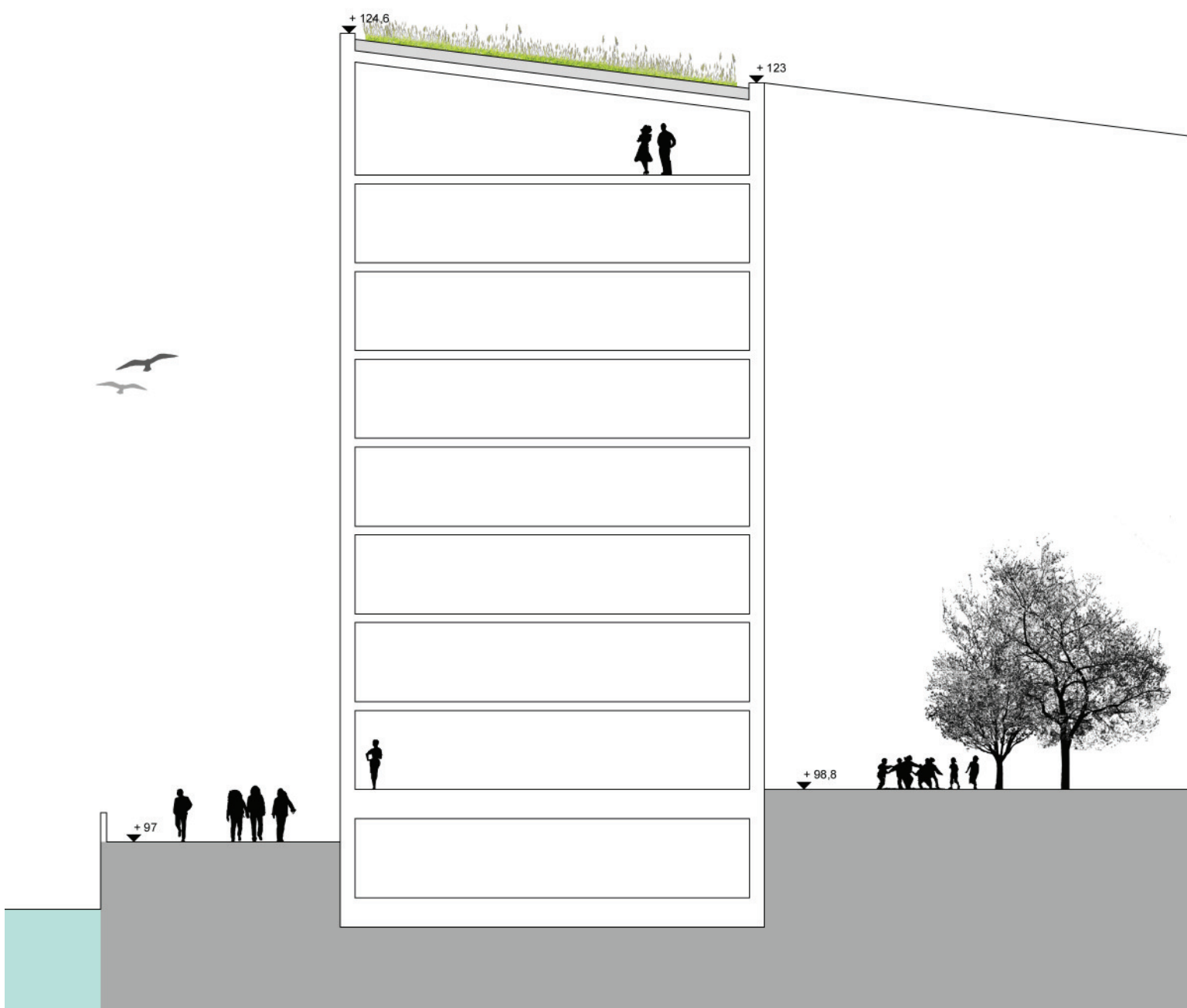


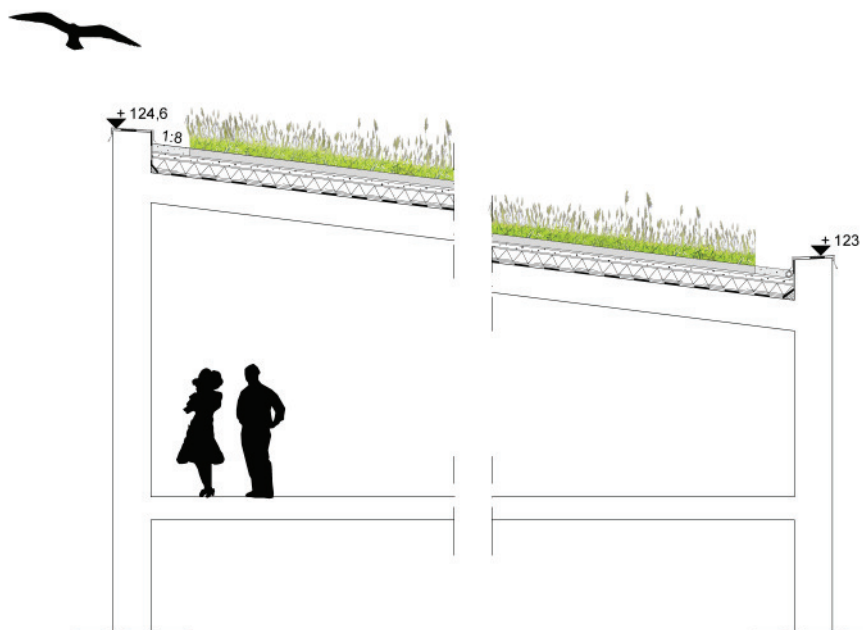
viiruhelmi
(*Phalaris arundinacea*)



valkoapila
(*Trifolium repens*)



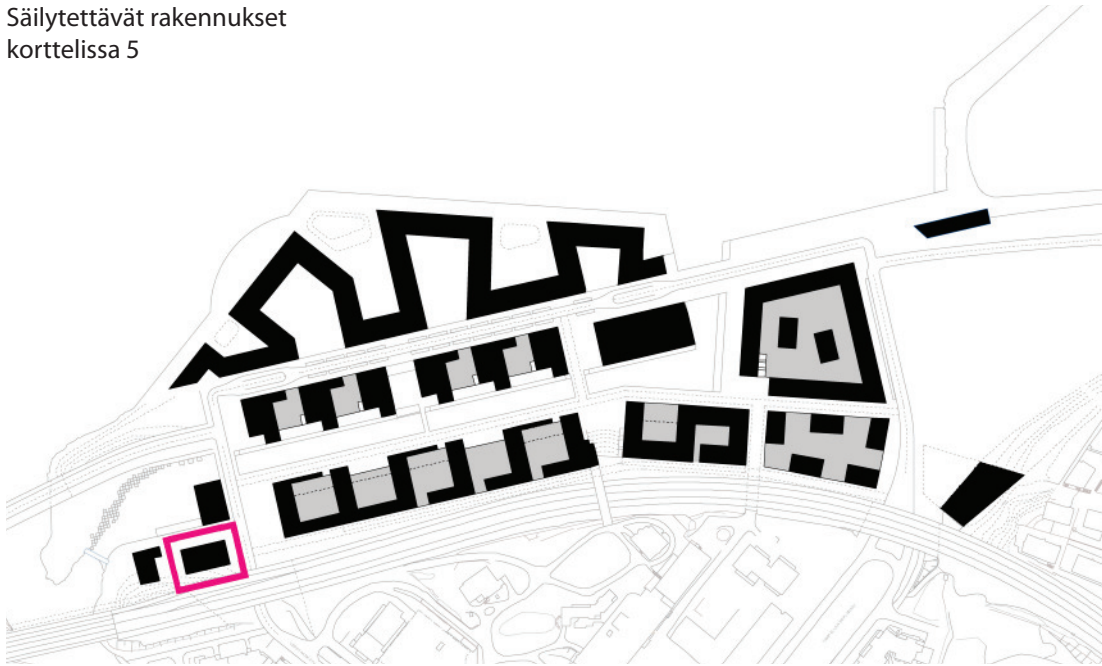








Säilytettävät rakennukset
korttelissa 5



184. Säilytettävä hydraulinen laboratorio.

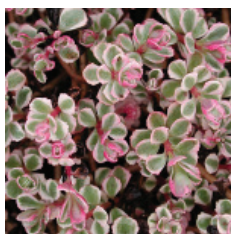
185. Aksonometria hydraulisesta laboratoriosta 1:1000.



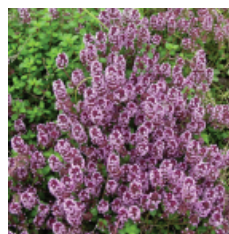
Eräitä vanhaan rakennukseen asennettavalle
viherkatolle (D) sopivia kasveja

(RT 85-10709 1999; Snodgrass & Snodgrass 2009)

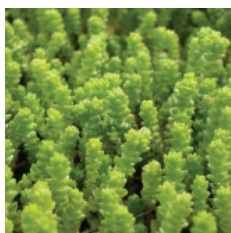
Vanhan rakennuksen viherkatolla voi kasvaa
myös muita ekstensiivisen katon (C) kasveja,
jotka kestävät kuivuutta ja karuja oloja.



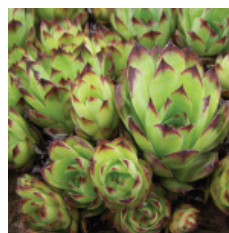
kaukasianmaksaruoho
(*Sedum spurium*)



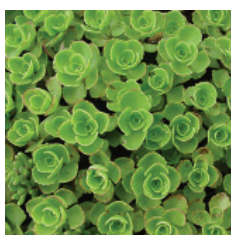
kangasajuruoho
(*Thymus serpyllum*)



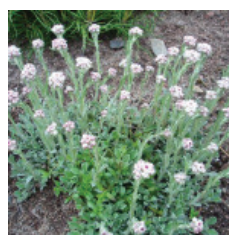
keltamaksaruoho
(*Sedum acre*)



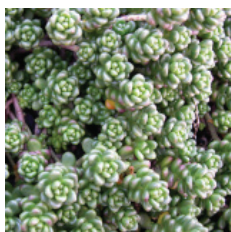
kattomehitähti
(*Sempervivum tectorum*)



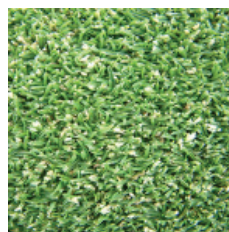
turkestanin-
maksaruoho
(*Sedum ewersii*)



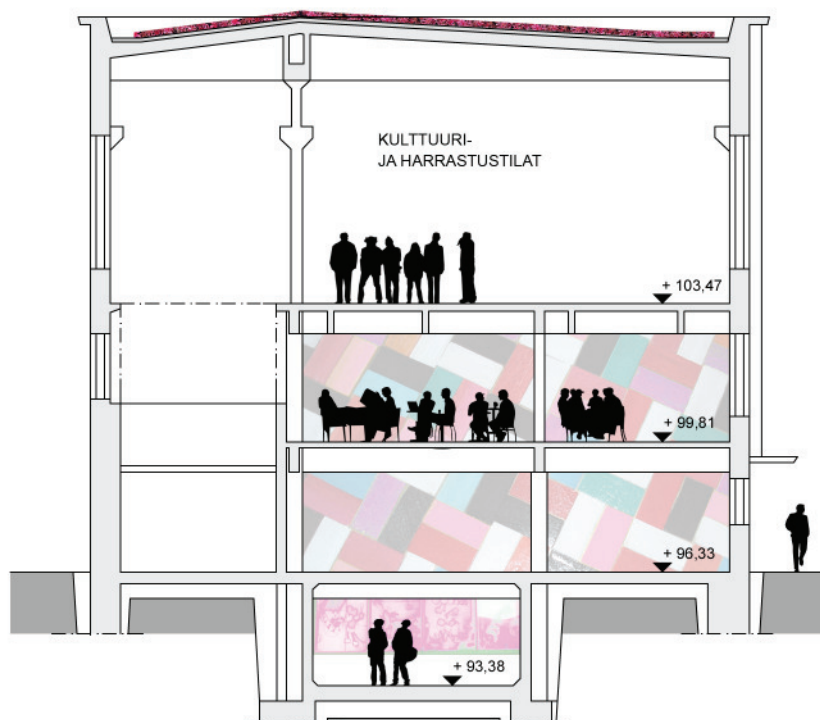
kissankäpälä
(*Antennaria dioica*)

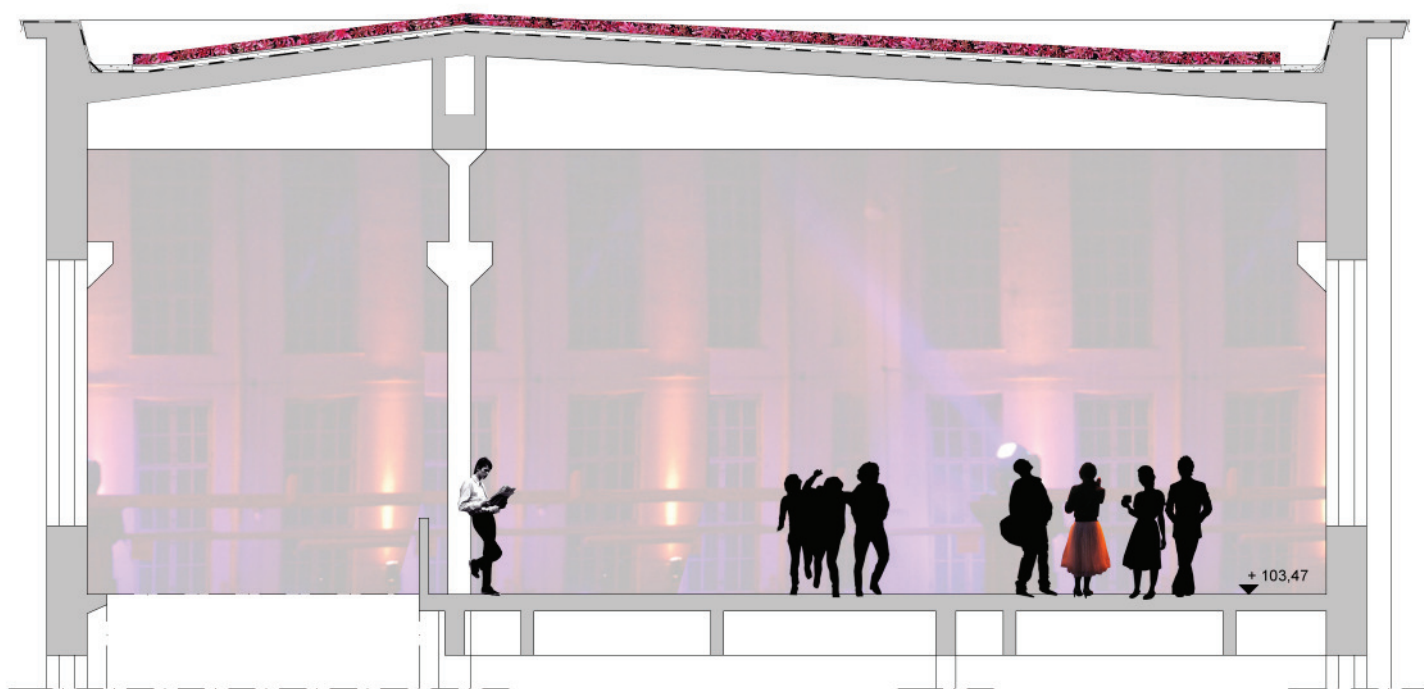


valkomaksaruoho
(*Sedum album*)



kylänurmikka
(*Poa annua*)

















Lähteet

A guide to rooftop gardening From the city of Chicago. 17 s. http://www.artice.edu/webspaces/greeninitiatives/greenroofs/images/GuidetoRooftopGardening_v2.pdf (viitattu 1.2.2010)

A-Konsultit Oy 2008: Pitkämäki: rakentamistapaohje. 47 s.
http://www.kankaanpaa.fi/attachments/gallery/081229_rakohje_paivitys.pdf (viitattu 4.4.2010)

Adam, Hans Christian 2007: Berlin - Portrait of a City. Taschen. 671 s.

Ahrendt, Jana 2007: Historische Gründächer: Ihr Entwicklungsgang bis zur Erfindung des Eisenbetons. Technische Universität Berlin, Berlin. 169 s. + I. 156 s.
<http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2007/1477/> (viitattu 9.12.2009)

Ansel, Wolfgang: A quick guide to green roofs. International Green Roof Association e. V., Berlin. 20 s. http://www.igra-world.com/links_and_downloads/images_dynamic/IGRA_Green_Roof_Pocket_Guide.pdf (viitattu 11.2.2010)

Anttonen, Kaisu, Laihosalo, Katri & Leino, Helena (toim.) 2008: Kaupunki kasvaa, miten käy ympäristön? Suomen Kuntaliitto, Helsinki. 152 s.

Appl, Roland & Ansel, Wolfgang (ed.) 2009: Green roofs – Bringing nature back to town. International Green Roof Association e. V., Berlin. 181 s.

Aura, Seppo, Horelli, Liisa & Korpela, Kalevi 1997: Ympäristöpsykologian perusteet. WSOY, Porvoo. 197 s.

Bass, Brad 2007: Green roofs and green walls: Potential energy savings in the winter. University of Toronto. 27 s. <http://www.upea.com/pdf/greenroofs.pdf> (viitattu 2.3.2010)

Dunnett, Nigel & Kingsbury, Noël 2008: Planting green roofs and living walls. Timber Press, Portland. 328 s.

Erat, Bruno & Niemi, Matti 1979: Eko-koetalot. Arkkitehti 8/1979 s. 38-41.

Emilsson, Tobias 2005: Extensive vegetated roofs in Sweden - Establishment, development and environmental quality. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 34 s.
http://diss-epsilon.slu.se:8080/archive/00001088/01/Tobias_Emilsson_epsilon.pdf (viitattu 5.3.2010)

Emilsson, Tobias & Rolf, Kaj 2005: Comparison of establishment methods for extensive green roofs in southern Sweden. Urban Forestry and Urban Greening 3 (2005) s. 103 – 111.
<http://www-pot.lt.slu.se/greenroofs/docs/ufugtobiaspreprint.pdf> (viitattu 9.3.2010)

Fazio, Michael, Moffett, Marian & Wodehouse, Lawrence 2008: A world history of architecture. Laurence King Publishing Ltd, London. 592 s.

FCG Planeko Oy 2009: Metsäpietilän kaava-alueen kunnallistekninen verkosto ja hulevedet. Raportti. Lahden kaupunki. 31 s. [http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/A893F974FBCE8145C225763C003BC4FA/\\$file/Mets%C3%A4-Pietil%C3%A4_hulevedet_ja%20kunnallistekniikka_280809.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/A893F974FBCE8145C225763C003BC4FA/$file/Mets%C3%A4-Pietil%C3%A4_hulevedet_ja%20kunnallistekniikka_280809.pdf) (viitattu 4.4.2010)

Flander, Jukka-Pekka 1997: Luonnon monimuotoisuus esteenä eheyttämiselle? Teoksessa Koskiahho, Kristiina (toim.) Eheyttävän suunnittelun haasteet, s. 34-39. Suomen ympäristö 147. Ympäristöministeriö, Helsinki.

Gedge, Dusty & Frith, Mathew 2004: Green roofs: benefits and cost implications. Sustainable Eastside, Birmingham. 83 s. <http://www.livingroofs.org/livingpages/researchplanning.html> (viitattu 20.1.2010)

Gonzalo, Roberto & Habermann, Karl J. 2006: Energy-efficient architecture: Basics for planning and construction. Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel. 224 s.

Grant, Gary et al. 2003: Green roofs: Their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas. English Nature research reports number 498, English Nature, Peterborough. 60 s. <http://www.greenspec.co.uk/documents/materials/greenroofs/EnglishNatureGreenroofs.pdf> (viitattu 5.2.2010)

Gympel, Jan 2000: Arkkitehtuurin historia antiikista nykyaikaan. Könemann Verlagsgesellschaft, Köln. 120 s.

Haapala, Arto & Kunnaskari, Mira (toim.) 2006: Paradokseja paratiiseissa. Näkökulmia urbaanin luonnon kysymyksiin. Kansainvälisen soveltavan estetiikan instituutin raportteja n:o 4. Erikoispaino Oy, Helsinki. 224 s.

Hakaste, Harri 2008: Ilmasto muuttuu, mitä tekee arkkitehti? Arkkitehti 1/2008. s. 31-37.

Helander, Vilhelm & Rista, Simo 1987: Suomalainen rakennustaide. Kirjayhtymä, Helsinki. 208 s.

Helsingin Sanomat 8.2.2010: Hakkilan toimistoalue laajenee ja saa viherkatot.

- Helsingin Sanomat 11.2.2010:** Helsingin Messukeskus laajenee taas uudella hallilla.
- Humppi, Manu 2008:** Kammit ja autiotuvat. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere. 145 s. + l. 14 s.
- Hänninen, Pekka 2008a:** Aikaansa edellä, mutta liian myöhään? *Arkkitehti* 1/2008. s. 49-53
- Hänninen, Pekka 2008b:** Kohti kestävämpää rakentamista. *Arkkitehti* 1/2008. s. 38-44.
- Hänninen, Pekka 2008c:** Mitä maapallolla tapahtuu? *Arkkitehti* 1/2008. s. 18-23
- Jaakola 2008:** Ranta-Tampella maisemassa ja kaupunkikuvassa. 3 s. http://www.tampere.fi/material/attachments/r/5ibS3SVQa/RanTam_081208_maisema_ja_kaupunkikuvaselvitys.pdf (viitattu 5.4.2010)
- Jodidio, Philip 2009:** Green architecture now! Taschen, Köln. 416 s.
- Johnston, Jacklyn & Newton, John 2004 (1993):** Building green: a guide to using plants on roofs, walls and pavements. Greater London Authority, London. 121 s. http://www.london.gov.uk/mayor/strategies/biodiversity/docs/Building_Green_main_text.pdf (viitattu 20.1.2010)
- Jormola, Jukka 2008:** Vesisuhteiden hallinta kaupunkisuunnittelussa. *Yhdyskuntasuunnittelu* 46, 1, s. 40-53.
- Kaila, Panu, Pietarila, Pentti & Tomminen, Hannu 1987:** Talo kautta aikojen: julkisivujen historia. Gummerus Oy, Jyväskylä. 152 s.
- Kamin, Blair 2010:** Ten years of green roofs in Chicago. *Cityscapes*, Chicago Tribune, 20.4.2010. <http://featuresblogs.chicagotribune.com/theskyline/2010/04/theres-been-so-much-hype-about-green-roofs-in-chicago-that-i-went-to-the-willis-tower-sky-deck-last-week-expecting-to-see.html> (viitattu 26.4.2010)
- Kolb, Walter & Schwarz, Tassilo 1999:** Dachbegrünung: intensiv und extensiv. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. 213 s.
- Korte, Kari 2009:** Ranta-Tampellan asemakaavoitettavan alueen kasvistoarvoista. Tampereen kaupunki. 4 s. http://www.tampere.fi/material/attachments/r/5ikDDHZC2/RanTam_kasvit_KK_04062009.pdf (viitattu 5.4.2010)
- Kortelainen, Jarmo (toim.) 2000:** Vihertyvä kaupunkiseutu: suunnittelun ja hallinnan ekomoderni käänne. Jyväskylän yliopisto, SoPhi 47. Jyväskylä. 238 s.
- Kosonen, Lasse 2008:** Lokkilinnut Tampereen kaupunkirakennusten katoilla. Tampereen kaupunki. 9 s. <http://www.tampere.fi/tiedostot/5BpQjtPnb/Lokkikartoitus2008.pdf> (viitattu 5.4.2010)
- Kuntsi, Sauli 1998:** Katot ja vedeneristys. Opetushallitus, Rakennusalan Kustantajat RAK, Helsinki. 116 s.
- Laakkonen, Iina 2009:** Rakennusinventointi Ranta-Tampella IX-136. Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön kehittäminen, Maankäytön suunnittelu, julkaisu 1/2009. 17 s. http://www.tampere.fi/material/attachments/r/5kCJ4bjJc/RanTam_090930_inventointi.pdf (viitattu 5.4.2010)
- Leca-kevytsorakatot, suunnitteluohje 2005.** Maxit Oy Ab. 24 s. <http://80.248.160.64/kronodocs/3192.pdf> (viitattu 1.12.2009)
- Liu, Karen & Baskaran, Bas 2003:** Thermal performance of green roofs through field evaluation. National Research Council, Ottawa. <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/nrcc46412/nrcc46412.pdf> (viitattu 3.3.2010)
- Living roofs and walls – Technical report: Supporting London Plan policy 2008.** Greater London Authority, London. 57 s. Saatavissa: <http://legacy.london.gov.uk/mayor/strategies/sds/docs/living-roofs.pdf> (6.2.2010)
- Livingstone, Ken & Rogers, Richard 2007:** Living roofs. *Architects' Journal*, 14.6.2007. Artikkelin lyhennelmä: <http://www.britannica.com/bps/additionalcontent/18/25820250/LIVING-ROOFS> (viitattu 15.2.2010)
- Luckett, Kelly 2009:** Green roof construction and maintenance. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York. 187 s.
- Manninen, Rikhard, Santaoja, Tero & Yli-Jama, Kaisa 2009:** Helsingin esikaupungin uusi urbanismi. *Yhdyskuntasuunnittelu* 47, 4, s. 39-50.
- Meluntorjunnan valtakunnalliset linjaukset ja toimintaohjelma. 2004.** Suomen ympäristö 696. Ympäristöministeriö, Helsinki. 64 s. <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=109865&lan=fi> (viitattu 1.4.2010)
- Ngan, Goya 2004:** Green roof policies: Tools for encouraging sustainable design. <http://www.gnla.ca/assets/Policy%20report.pdf> (viitattu 5.2.2010)

- Nilsson, Daniel (red.) 2006:** Miljösatsningarna på Bo01 i Malmö - Faktablad. Miljöförvaltningen, Malmö stad. http://www.malmo.se/Medborgare/Miljo--hallbarhet/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Projekt--natverk/Projekt/Vastra-Hamnen---Bo01/Faktablad-Bo01/pagefiles/fb_total_webb_final_070122.pdf (viitattu 8.3.2010)
- Peck, Steven 2008:** Award winning green roof designs. Schiffer Publishing Ltd., Atglen. 176 s.
- Peck, Steven & Kuhn, Monica 2009:** Design guidelines for green roofs. 22 s. <http://www.probeinternational.org/files/Green%20roofs%20-%20design%20guidelines.pdf> (viitattu 2.3.2010)
- Peltoranta, Jari 2002:** Ruusutorpan koulu. Projektuutiset 6/2002. <http://www.projektuutiset.fi/fi/artikkelit/ruusutorpan-koulu> (viitattu 2.4.2010)
- Pöyry Finland Oy & Suunnittelustudio Petteri Nikki Oy 2010:** Ojala-Tuomela-asemakaava-alueen rakentamishjeisto. Lappeenranta kaupunki. 26 s. http://www.lappeenranta.fi/includes/file_download.asp?deptid=18365&fileid=10437&file=Liite_6_Rakennustapaohje_20012010_muutettu_10022010.pdf&pdf=1 (viitattu 4.4.2010)
- Ranta, Pertti & Rahkonen, Pekka 2008:** Tampereen kaupunkiluonto: Opas kaupunkiekologiaan. Tampere-Seura ry, Tampere. 336 s.
- Richardson, Tim 2009:** The Garden Book. Phaidon Press, London.
- RT 85-10709.** 1999. Kansi- ja kattopuutarhat sekä viherkatot. Rakennustietosäätiö, Helsinki. 19 s.
- RT N-37243.** 2006. Bitumikatteet Icopal Oy. Rakennustietosäätiö, Helsinki. 6 s.
- Salmi, Ritva-Liisa 1997:** Maisema ja virkistysalueverkko eheyttävässä suunnittelussa. Teoksessa Koskiahho, Kristiina (toim.) Eheyttävän suunnittelun haasteet, s. 40-45. Suomen ympäristö 147. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Salovaara, Marjatta (toim.) 2009:** Ympäristön tila Tampereella 2008. Tampereen kaupunki, Ympäristönsuojelun julkaisuja 2/2009, Tampere. 96 s.
- Sarajas-Korte, Salme ym. (toim.) 1988:** Ars – Suomen taide 2. Kustannusosakeyhtiö Otava, Keuruu. 372 s.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2008:** Solar surface potentials in Berlin - Catalogue of urban-space types. Berlin. 35 s. http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/0806_Stadtraumtypen_en.pdf (viitattu 7.4.2010)
- Sinisalo, Antero 1997:** Puutarhataiteen historian perusteet: luennot 1966-1986. Viherympäristöliiton julkaisu 6/1997, Helsinki. 255 s.
- Snodgrass, Edmund C. & Snodgrass, Lucie L. 2009 (2006):** Green roof plants: A resource and planting guide. Timber Press, Portland. 203 s.
- Sopanen, Marja, Kuusiniemi, Pia & Sarlin, Olli 2007:** Helsingiläinen kerrostalopiha. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisu 2007:5. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, Helsinki. 77 s. http://www.hel.fi/static/ksv/julkaisut/2007/ksv_julk_2007-5.pdf (viitattu 15.3.2010)
- Steffan, Claus & Prytula, Michael 2004:** Ökoprojekte der Internationalen Bauausstellung Berlin 1984-87. Fachgebiet Gebäudetechnik und Entwerfen, TU Berlin. 137 s. http://www.a.tu-berlin.de/GtE/galerie/seminar/seminareWS0304/IBA_1987.html (viitattu 7.4.2010)
- Stender, Ireen 2002:** Policy incentives for green roofs in Germany. The Green Roof Infrastructure Monitor vol 4 no 1, s. 10-11. <http://www.greenroofs.org/resources/GRIM-Winter2002.pdf> (viitattu 5.3.2010)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B1: Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset 1998.** Ympäristöministeriö. <http://www.finlex.fi/data/normit/1914-b1.pdf> (viitattu 1.4.2010)
- Sustainable stormwater management plan 2008.** PlaNYC. The City of New York. 92 s. <http://www.nyc.gov/html/planyc2030/html/stormwater/stormwater.shtml> (viitattu 6.2.2010)
- Suunnittelukeskus Oy 2007:** Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät: suunnitteluohje. Kuopion kaupunki. 43 s. [http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/310807133659617/\\$File/suunnitteluohje.pdf?OpenElement](http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/310807133659617/$File/suunnitteluohje.pdf?OpenElement) (viitattu 20.1.2010)
- Talonpoika, Esko 2004:** Sormikas. Arkkitehti 1/2004. s. 24-29.
- Tampereen kaupungin Infratuotanto 2009:** Ranta-Tampellan yleissuunnitelman luonnosvaihtoehdot. Selostus. 23 s. <http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8300/selostus.pdf> (viitattu 5.4.2010)
- Tampereen kaupunki 2008:** Kantakaupungin ympäristö- ja maisemaselvitys. Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön kehittäminen, Maankäytön suunnittelu, Julkaisuja 1, Tampere. 201 s. + liitt.

Tampereen kaupunki 2009a: Vuoreskeskus itä - asemakaava osa A nro 8038. Asemakaavaselostus.
<http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8038/selostus.pdf> (viitattu 4.4.2010)

Tampereen kaupunki 2009b: Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen Tampereella – työohjelma. 15 s.
<http://www.tampere.fi/material/attachments/e/5kzXLtuQ/ehyhtyoohjelma160909.pdf> (viitattu 8.4.2010)

Toimivat katot 2007. Kattoliitto ry. 75 s.

Tornivaara-Ruikka, Riitta 2006: Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2006, Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 38 s.

Vakkilainen, Pertti, Kotola, Jyrki & Nurminen, Jyrki (toim.) 2005: Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen ympäristö 776, Ympäristöministeriö, Helsinki. 116 s.

Valonen, Niilo & Vuoristo, Osmo 1994: Suomen kansanrakennukset Seurasaaren ulkomuseon rakennusten pohjalta. Museovirasto, Helsinki. 168 s.

Vantaan kaupunki 2008: Martinlaakson aseman seutu – rakentamisohje. 25 s.
http://www.vantaa.fi/i_liitetiedosto.asp?path=1;135;137;1805;4873;30452;75595;75598 (viitattu 4.4.2010)

Viherkaton suunnitteluohje. Kekkila. 24 s. <http://www.kekkila.fi/content/download/4479/68977/file/Viherkaton%20suunnitteluohje.pdf> (viitattu 1.12.2009)

Väre, Seija & Krisp, Jukka 2005: Ekologinen verkosto ja kaupunkien maankäytön suunnittelu. Suomen ympäristö 780, Ympäristöministeriö, Helsinki. 52 s.

Waldbaum, Hanna 2008: Green roofs for urban agriculture: What is required to support their implementation in the UK? University of East London, Dagenham. 154 s.
<http://www.livingroofs.org/urbag.html> (viitattu 6.3.2010)

Weiler, Susan K. & Scholz-Barth, Katrin 2009: Green roof systems: A guide to the planning, design and construction of landscapes over structure. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken. 314 s.

Westermarck, Mikael, Heuru, Eija-Reetta & Lundsten, Bengt 1998: Luonnonmukaiset rakennusaineet. Teknillinen korkeakoulu, arkkitehtiosaston julkaisuja 1998/46. Rakennustieto Oy, Helsinki. 96 s.

Wines, James 2008 (2000): Green architecture. Taschen, Köln. 240 s.

Yhdyskuntapalvelut 2005: Tampereen viheralueohjelma 2005-2014. Tampereen kaupunki. 71 s.

Sähköpostit

Johansson, Peter. Isola-Platon Oy. 5.11.2009. Sähköposti.

Pynninen, Anssi. Envire VRJ group. 24.11.2009. Sähköposti ja VegTech-referenssit.

Verkkosivut

Arkkitehtitoimisto Tilatakomo Oy. <http://www.tilatakomo.fi/> (viitattu 2.4.2010)

California Academy of Sciences. http://www.calacademy.org/academy/building/the_living_roof/ (viitattu 1.2.2010)

City of Chicago – Chicago Landmarks. <http://egov.cityofchicago.org/Landmarks/C/CityHall.html> (viitattu 1.2.2010)

City of Chicago – City Hall Rooftop Garden. http://egov.cityofchicago.org/citywebportal/portalDeptCategoryAction.do?deptCategoryOID=-536889314&contentType=COC_EDITORIAL&topChannelName=Dept&entityName=Environment&deptMainCategoryOID=-536887205 (viitattu 1.2.2010)

City of Toronto: Green Roofs. <http://www.toronto.ca/greenroofs/> (viitattu 4.4.2010)

Cook+Fox Architects. <http://www.cookplusfox.com/> (viitattu 2.2.2010)

Grasdak TU Delft Library. <http://grasdak.weblog.tudelft.nl/> (viitattu 1.2.2010)

Green Paks. <http://www.greenpaks.com/greenpaks/productinfo.html> (viitattu 2.2.2010)

GSD Materials Collection - Explorations in material research at Harvard's Graduate School of Design. <http://gsdmaterialscollection.blogspot.com/2009/06/san-francisco-academy-of-sciences.html> (viitattu 1.2.2010)

Ilmatieteen laitos. <http://www.fmi.fi> (viitattu 2.3.2010)

Københavns Kommune: Grønne tage. <http://www.kk.dk/Borger/ByOgTrafik/GroenneOmraader/byensparker/GroenneTage.aspx> (viitattu 5.3.2010)

Malmö stad – Utemiljö. <http://www.malmo.se/Medborgare/Miljo--hallbarhet/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Projekt--natverk/Projekt/Vastra-Hammen---Bo01/Utemiljo.html> (viitattu 8.3.2010)

Mecanoo Architecten. <http://www.mecanoo.nl/Default.aspx?tabid=116&DetailId=821&pcode=A126> (viitattu 1.2.2010)

Roofscapes Inc. <http://www.roofmeadow.com/projects/project1.php> (viitattu 1.2.2010)

Scandinavian Green Roof. <http://www.greenroof.se> (viitattu 4.4.2010)

Suomen Siirtolapuutarhaliitto ry. <http://www.siirtolapuutarhaliitto.fi> (viitattu 3.4.2010)

Suomen ympäristökeskus. www.ymparisto.fi/syke (viitattu 1.4.2010)

The Greenroof Directory. <http://www.greenroofs.com/premium.php?sid=97> (viitattu 2.2.2010)

The Greenroof Projects Database. <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=509> (viitattu 2.2.2010)

TU Delft Library. <http://www.library.tudelft.nl/ws/news/384634?shdoc=384634&language=EN> (viitattu 1.2.2010)

Universiteitsbibliotheek Gent – Architectuur Focus. <http://www.architectuurfocus.be/default.aspx?ref=AEAAAD&lang=EN> (viitattu 1.2.2010)

Vuores, vesihuolto. <http://www.tampere.fi/vuores/yhdyskuntateknikka/vesihuolto/index.html> (viitattu 1.2.2010)

Kuvalähteet

1. Viherkaton suunnitteluohje
2. Viherkaton suunnitteluohje
3. Kuvan pohjana: http://www.safeguardeurope.com/applications/green_roofs_flat.php
4. Ansel, s. 14-15
5. Viherkaton suunnitteluohje
6. Viherkaton suunnitteluohje
7. Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 75
8. Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 78
9. Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 79
10. Ahrendt 2007, s. 150
11. Sinisalo 1997, s. 17
12. Ahrendt 2007 s. 158
13. Ahrendt 2007, liitt. s. 135
14. Gympel 2000, s. 63
15. Gympel 2000, s. 63
16. Ahrendt 2007, s. 167
17. Appl & Ansel 2009, s. 8
18. Ahrendt 2007, s. 168
19. Richardson, Tim 2009: The Garden Book, 2009, s. 12. Phaidon Press, London.
20. Adam 2007
21. http://www.urbanhabitats.org/v04n01/berlin_fig2b.html
22. <http://squat.net/de/berlin/gallery/kastanie.html>
23. <http://squat.net/de/berlin/gallery/kastanie.html>
24. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 14
25. Kolehmainen, Alfred 1992: Kämppiä ja pihapiirejä. Koliprint Oy, Eno. 50 s.
26. Kolehmainen, Alfred 1992: Kämppiä ja pihapiirejä. Koliprint Oy, Eno. 50 s.
27. <http://www.hel2.fi/kaumuseo/kehyksissa/katajanokka/katajanokka/kuvat/katajanokalta.jpg>
28. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 14
29. Tampereen kaupunki 2008, liite 12
30. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 50
31. Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 22
32. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 50
33. <http://www.flickr.com/photos/massiveblur/204145360/sizes/o/>
34. Sustainable stormwater management plan 2008, s. 50.
35. Gonzalo & Habermann 2006
36. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 63
37. <http://www.jetsongreen.com/images/2008/09/17/72image.jpg>
38. <http://www.flickr.com/photos/lifebegreen/1421973470/>
39. <http://dornob.com/rooftop-deck-designs-8-great-urban-green-roof-gardens/>

40. Living roofs and walls 2008, s. 16
41. <http://www.treehugger.com/20071226-111224-TreeHugger-farmadelphia-chickens.jpg>
42. <http://nymag.com/guides/summer/2009/57477/>
43. http://www.nytimes.com/2009/06/17/dining/17roof.html?_r=2&8dpc
44. Waldbaum 2008, s. 3
45. <http://urbangreens.tumblr.com/tagged/green+roofs/page/7>
46. <http://dornob.com/rooftop-deck-designs-8-great-urban-green-roof-gardens/>
47. <http://www.decodir.com/2010/03/green-rooftop-apartment-building-in-amsterdam-by-nl-architects/>
48. <http://www.urbanarbolismo.es/blog/?p=698>
49. <http://www.marthaschwartz.com/projects/whitehead.html>
50. <http://www.marthaschwartz.com/projects/whitehead.html>
51. <http://www.marthaschwartz.com/projects/whitehead.html>
52. <http://www.marthaschwartz.com/projects/whitehead.html>
53. Vincent Laforet. <http://www.laforetvisuals.com/s=2&a=0&mi=2&pt=1&pi=10000&p=0&at=0>
54. <http://www.fbb.de/dachbegruenung/fbb-gruendach-des-jahres/>
55. Jodidio 2009, s. 91
56. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 244
57. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 199
58. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 240
59. Kuvan pohjana: Liu & Baskaran 2003, s. 10
60. Living roofs and walls 2008, s. 20
61. http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/en/bff_berechnung.shtml
62. <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/en/berechnungsbeispiele.shtml>
63. Snodgrass & Snodgrass 2009, s. 17
64. <http://www.vancouverconventioncentre.com/thefacilities/image-gallery/>
65. <http://www.vegtech.se/upload/images/Fotoalbum/Fotogalleri%20Takvegetation/1.%20Bostadsomr%C3%A5den/080.jpg>
66. <http://www.greenroof.se/?pid=53&sub=23>
67. HS 11.2.1010
68. http://blog.calgarypubliclibrary.com/blogs/eco_action/science%20Centre%20001.jpg
69. Kaisa Paavilainen
70. <http://gsdmaterialsollection.blogspot.com/2009/06/san-francisco-academy-of-sciences.html>
71. <http://gsdmaterialsollection.blogspot.com/2009/06/san-francisco-academy-of-sciences.html>
72. <http://www.greenroofs.com/projects/calacademy/calacademy4.gif>
73. <http://www.cookplusfox.com/>
74. http://www.greenroofs.com/projects/cook_fox/cook_fox1.jpg
75. <http://www.metropolismag.com/story/20061108/following-their-leed>
76. <http://www.cookplusfox.com/>
77. <http://wadias.in/site/arzan/blog/cookfox-in-metropolis-mag/>
78. <http://www.cookplusfox.com/>
79. http://interactive.wxii.org/files/images/highlights/NationalGeographic_top10pix.jpg
80. <http://chicagoismynewblog.files.wordpress.com/2009/09/city-hall-green.jpg>
81. <http://egov.cityofchicago.org/Landmarks/images/landmarks/c/cityhall1a.gif>
82. http://egov.cityofchicago.org/webportal/COCWebPortal/COC_EDITORIAL/spring2002A_full.jpg
83. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/20080708_Chicago_City_Hall_Green_Roof.JPG
84. <http://i16.tinypic.com/6finnlt.jpg>
85. Living roofs and walls, s. 8
86. Living roofs and walls, s. 28
87. Appl & Ansel 2009, s. 76
88. Living roofs and walls, s. 29
89. http://picasaweb.google.com/lh/photo/IFL3S4I50UamLj1X_r9sQ
90. <http://www.greenroof.se/default.asp?pid=40&sub=24&img=35>
91. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 26
92. Dunnett & Kingsbury 2008, s. 26
93. <http://www.greenroofs.com/projects/augustenburg/augustenburg8.jpg>
94. <http://www.greenroofs.com/projects/augustenburg/augustenburg9.jpg>
95. http://farm4.static.flickr.com/3223/2858445439_b37e56f9cc_o.jpg
96. <http://www.mecanoo.nl/Default.aspx?tabid=135&pcode=A126&subs=false>
97. <http://www.mecanoo.nl/Default.aspx?tabid=135&pcode=A126&subs=false>
98. http://picasaweb.google.com/lh/photo/rz1mL_RnmCRvDiktMOYExw
99. <http://www.greenroofs.com/projects/delftlibrary/delftlibrary1.gif>
100. Wines 2008, s. 158
101. Wines 2008, s. 160
102. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2008, s. 2

103. Steffan & Prytula 2004, s. 110
104. Steffan & Prytula 2004, s. 115
105. Steffan & Prytula 2004, s. 115
106. Talonpoika 2004, s. 24
107. Talonpoika 2004, s. 24
108. <http://www.espoo.eu/binary.asp?path=1;28;11866;11703;23258;11855;12723;12099&field=Image>
109. Talonpoika 2004, s. 29
110. http://www.hagerlund.net/fi/ruusutorpan_koulu
111. http://www.hagerlund.net/fi/ruusutorpan_koulu
112. Hänninen 2008a, s. 51
113. <http://www.mfa.fi/uvvtyo?id=16925428>
114. <http://www.mfa.fi/uvvtyo?id=16925428>
115. Erat & Niemi 1979, s. 41
116. Erat & Niemi 1979, s. 39
117. Erat & Niemi 1979, s. 38
118. <http://media.photobucket.com/image/hundertwasserhaus/dollusa/Wien%202006/cafd.jpg>
119. http://w-a.home.pl/official/all_files/userfiles/image/2009/reportaze/mateusz_mastalaski/mountain_dwelling/mountain_dwelling_mateusz_mastalski_w-a_004_big.jpg
120. <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=528>
121. <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=846>
122. http://www.architectmagazine.com/Images/tmp17B.tmp_tcm20-186385.jpg
123. Peck 2008, s. 149
124. http://www.fmi.fi/tutkimus_yhteiskunta/yhteiskunta_24.html
137. Iina Laakkonen. <http://www.tampere.fi/tiedostot/5BVILZFaV/ilmakuva1.pdf>
138. Arkkitehtuuritoimisto B&M. <http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8300/8300hav1.pdf>
151. Laakkonen 2009, s. 7
152. Laakkonen 2009 s. 9

Muut kuvat tekijän.

